

INVENTARIO NACIONAL DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE, SERIE TEMPORAL 1990-2010

Oficina de Cambio Climático
Ministerio del Medio Ambiente

Diciembre 2014

EQUIPO NACIONAL DE INVENTARIOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE

Entidad Nacional (Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente)

Coordinador

Paulo Cornejo | *Ministerio del Medio Ambiente*

Colaboradores

Fernando Farías, Sergio González, Richard Martínez | *Ministerio del Medio Ambiente*

Equipos Sectoriales

Sector Energía

Annie Dufey, José Miguel Hofer, Jorge San Juan, Nicola Borregaard, Juan Pedro Searle | *Ministerio de Energía*

Sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU)

Jenny Mager | *Ministerio del Medio Ambiente*

Sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)

Jose Antonio Prado | *Ministerio de Agricultura*

Angelina Espinoza | *Oficina de Estudios y Políticas Agrícolas*

Angelo Sartori, Cristian Pérez | *Corporación Nacional Forestal*

Carlos Ovalle, Marta Alfaro, Francisco Salazar, Erika Vistoso, Michael Wolff | *Instituto de Investigaciones Agropecuarias*

Yasna Rojas, Carlos Bahamondez, Bastienne Schlegel | *Instituto Forestal de Chile*

Aquiles Neuenschwander | *Fundación para la Innovación Agraria*

Sector Residuos

Joost Meijer, Carolina Ascui, Tania Bishara | *Ministerio del Medio Ambiente*

ÍNDICE GENERAL

ACRÓNIMOS Y SIGLAS	14
RESUMEN EJECUTIVO	17
RE.1. Introducción	17
RE.2. Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile	17
RE.3. Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero de Chile	18
1. INTRODUCCIÓN	22
1.1. Antecedentes generales	22
1.2. Arreglos institucionales.....	23
1.3. Proceso de actualización.....	25
1.4. Metodología y fuentes de información	28
1.5. Categorías principales.....	32
1.6. Sistema de garantía y control de la calidad	34
1.7. Evaluación general de la incertidumbre	35
1.8. Evaluación general de la exhaustividad	36
2. TENDENCIAS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE.....	38
2.1. Tendencias de las emisiones agregadas de GEI	41
2.2. Tendencias de las emisiones por tipo de GEI.....	42
3. SECTOR ENERGÍA (1)	44
3.1. Panorama general del sector	44
3.2. Quema de combustible (1A)	48
3.3. Emisiones fugitivas de combustible (1B)	61
3.4. Comparación entre el método sectorial y el método de referencia.....	63
3.5. Combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional.....	65
3.6. Emisiones de CO ₂ de la biomasa	66
3.7. Procedimiento de garantía y control de la calidad	67
3.8. Mejoras planificadas	68
4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES (2).....	69
4.1. Panorama general del sector	69
4.2. Productos minerales (2A).....	72
4.3. Industria química (2B).....	76
4.4. Producción de metales (2C)	79
4.5. Otra producción (2D)	83

4.6.	Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre (2E)	83
4.7.	Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre (2F)	83
4.8.	Procedimiento de garantía y control de la calidad	86
4.9.	Mejoras planificadas	87
5.	SECTOR UTILIZACIÓN DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS (3)	88
5.1.	Panorama general del sector	88
5.2.	Procedimiento de garantía y control de la calidad	90
5.3.	Mejoras planificadas	90
6.	SECTOR AGRICULTURA (4).....	91
6.1.	Panorama general del sector	91
6.2.	Fermentación entérica (4A)	95
6.3.	Manejo del estiércol (4B).....	99
6.4.	Cultivo del arroz (4C).....	103
6.5.	Suelos agrícolas (4D)	105
6.6.	Quema prescrita de sabanas (4E)	109
6.7.	Quema en el campo de los residuos agrícolas (4F).....	109
6.8.	Procedimiento de garantía y control de la calidad	111
6.9.	Mejoras planificadas	112
7.	SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (5)	113
7.1.	Panorama general del sector	113
7.2.	Tierras forestales (5A).....	118
7.3.	Tierras de cultivo (5B)	131
7.4.	Pastizales (5C)	134
7.5.	Humedales (5D)	136
7.6.	Asentamientos (5E).....	136
7.7.	Otras tierras (5F)	138
7.8.	Procedimiento de garantía y control de la calidad	140
7.9.	Mejoras planificadas	140
8.	SECTOR RESIDUOS (6).....	142
8.1.	Panorama general del sector	142
8.2.	Disposición de residuos sólidos (6A).....	145
8.3.	Tratamiento y descarga de aguas residuales (6B)	149
8.4.	Incineración de residuos (6C).....	152
8.5.	Otros: Tratamiento biológico de residuos sólidos (6D)	154
8.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad	156

8.7.	Mejoras planificadas	156
9.	NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS	158
9.1.	Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras	158
9.2.	Implicaciones para los niveles de emisión	158
	REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA.....	165
	ANEXOS	171
Anexo 1.	Homologación de categorías	171
Anexo 2.	Métodos aplicados, datos de actividad y parámetros	173
Anexo 3.	Análisis de categorías principales	187
Anexo 4.	Análisis de incertidumbre	195
Anexo 5.	Emisiones de gases de efecto invernadero.....	198

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Homologación de los sectores entre diferentes directrices del IPCC	29
Cuadro 2. Métodos y niveles en el INGEI de Chile, año 2010.....	30
Cuadro 3. Potenciales de calentamiento global utilizados en el INGEI de Chile	31
Cuadro 4. Principales fuentes de datos de actividad del INGEI de Chile	32
Cuadro 5. Categorías principales identificadas, utilizando el Método 1 de las GL2006, para los niveles absolutos y tendencias del INGEI de Chile	33
Cuadro 6. INGEI de Chile: emisiones antropógenas por las fuentes y absorción antropógena por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI. Año 2010.....	39
Cuadro 7. INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF ₆ . Año 2010	40
Cuadro 8. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por sector, serie 1990-2010	41
Cuadro 9. INGEI de Chile: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por tipo de GEI y excluyendo UTCUTS, serie 1990-2010	42
Cuadro 10. Sector Energía: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por categoría, serie 1990-2010	46
Cuadro 11. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010	47
Cuadro 12. Quema de combustible: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010.....	49
Cuadro 13. Industria de la energía: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010	51
Cuadro 14. Producción de electricidad y calor como actividad principal: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por combustible, serie 1990-2010	51
Cuadro 15. Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010.....	54
Cuadro 16. Minería y cantería: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010	55
Cuadro 17. Transporte: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010.....	56
Cuadro 18. Transporte terrestre: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por combustible, serie 1990-2010	56
Cuadro 19. Otros sectores: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010.....	58
Cuadro 20. Residencial: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por combustible, serie 1990-2010.....	58
Cuadro 21. Quema de combustible: métodos aplicados	59
Cuadro 22. Emisiones fugitivas de combustible: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010.....	62
Cuadro 23. Emisiones fugitivas del combustible: métodos aplicados.....	62
Cuadro 24. Petróleo y gas natural: factores de emisión de Nivel 1 utilizados para el petróleo.....	63
Cuadro 25. Petróleo y gas natural: factores de emisión de Nivel 1 utilizados para el gas natural.....	63
Cuadro 26. Quema de combustible: emisiones de CO ₂ (GgCO ₂ eq) del método sectorial y método de referencia, serie 1990-2010	64

Cuadro 27. Búnker internacional: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por tipo de transporte internacional, serie 1990-2010	66
Cuadro 28. Biomasa: emisiones de CO ₂ (GgCO ₂ eq) de la biomasa, serie 1990-2010.....	67
Cuadro 29. Sector Procesos industriales: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por categoría, serie 1990-2010.....	70
Cuadro 30. Sector Procesos industriales: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010...	71
Cuadro 31. Sector Procesos industriales: emisiones por tipo de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010	71
Cuadro 32. Productos minerales: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	73
Cuadro 33. Productos minerales: métodos aplicados	74
Cuadro 34. Parámetros básicos para el cálculo de los factores de emisión en la producción de cal	75
Cuadro 35. Parámetros básicos para el cálculo de los factores de emisión en la producción de cal	76
Cuadro 36. Industria química: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	77
Cuadro 37. Industria química: métodos aplicados	78
Cuadro 38. Producción de metales: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	80
Cuadro 39. Producción de metales: métodos aplicados	82
Cuadro 40. Consumo de halocarburos y SF ₆ : emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	84
Cuadro 41. Consumo de halocarburos y SF ₆ : métodos aplicados	85
Cuadro 42. Sector UDOP: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por categoría, serie 1990-2010	89
Cuadro 43. Utilización de disolventes y otros productos: métodos aplicados.....	90
Cuadro 44. Sector Agricultura: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por categoría, serie 1990-2010.....	92
Cuadro 45. Sector Agricultura: emisiones por tipo de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010	92
Cuadro 46. Sector Agricultura: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) de origen vegetal y origen animal, serie 1990-2010.....	93
Cuadro 47. Fermentación entérica: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por especie, serie 1990-2010	96
Cuadro 48. Fermentación entérica: métodos aplicados	97
Cuadro 49. Ganado: Determinación de la energía bruta en el ganado lechero y ganado no lechero por pastoreo directo	98
Cuadro 50. Ganado: factores de emisión de Nivel 2 calculados para el ganado vacuno	99
Cuadro 51. Manejo del estiércol: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por especie y sistema de manejo del estiércol, serie 1990-2010.....	100
Cuadro 52. Manejo del estiércol: métodos aplicados	101
Cuadro 53. Tasas de excreción de nitrógeno (kg N animal-año ⁻¹).....	102
Cuadro 54. Ganado: factores de emisión de Nivel 2 calculados para el ganado vacuno	102
Cuadro 55. Cerdos: factores de emisión de Nivel 2 calculados.....	103
Cuadro 56. Cultivo del arroz: emisiones de metano (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010.....	103
Cuadro 57. Cultivo del arroz: métodos aplicados.....	104
Cuadro 58. Suelos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	105

Cuadro 59. Emisiones directas de suelos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010.....	106
Cuadro 60. Emisiones indirectas de suelos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010	108
Cuadro 61. Suelos agrícolas: métodos aplicados	108
Cuadro 62. Quema en el campo de los residuos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010..	110
Cuadro 63. Quema en el campo de los residuos agrícolas: métodos aplicados.....	110
Cuadro 64. Homologación cambios de uso de la tierra, categorías CONAF versus IPCC	115
Cuadro 65. Matriz de conversión de uso de la Tierra (ha/año).....	115
Cuadro 66. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por categoría, serie 1990-2010.....	116
Cuadro 67. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por tipo de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010	117
Cuadro 68. Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	119
Cuadro 69. Tierras forestales que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010	120
Cuadro 70. Incremento en biomasa: absorciones de CO ₂ (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010	121
Cuadro 71. Plantaciones forestales: absorciones de CO ₂ por especie, serie 1990-2010	122
Cuadro 72. Cosecha: emisión de CO ₂ (GgCO ₂ eq) por especie, serie 1990-2010	122
Cuadro 73. Incendios forestales: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por incendios en bosque nativo y plantaciones forestales, serie 1990-2010	123
Cuadro 74. Tierras convertidas en tierras forestales: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por componente, serie 1990-2010	126
Cuadro 75. Tierras forestales: métodos aplicados	126
Cuadro 76. Tierras de cultivo: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	131
Cuadro 77. Tierras de cultivo: métodos aplicados	132
Cuadro 78. Pastizales: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	134
Cuadro 79. Pastizales: métodos aplicados	135
Cuadro 80. Asentamientos: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	137
Cuadro 81. Asentamientos: métodos aplicados.....	137
Cuadro 82. Otras tierras: emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010 ...	139
Cuadro 83. Otras tierras: métodos aplicados.....	139
Cuadro 84. Residuos: homologación de términos para las categorías del sector.....	143
Cuadro 85. Sector Residuos: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por categoría, serie 1990-2010	144
Cuadro 86. Sector Residuos: emisiones por tipo de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010.....	144
Cuadro 87. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	146

Cuadro 88. Disposición de residuos sólidos: metano emitido (GgCO ₂ eq) y metano recuperado (GgCO ₂ eq) en rellenos sanitarios y vertederos, serie 1990-2010	147
Cuadro 89. Disposición de residuos sólidos: métodos aplicados	147
Cuadro 90. Sitios de disposición final de residuos con recuperación de metano	148
Cuadro 91. Tratamiento y descarga de aguas residuales: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010	150
Cuadro 92. Tratamiento y descarga de aguas residuales: métodos aplicados.....	150
Cuadro 93. Aguas residuales domésticas y comerciales: consumo proteína nacional, (kg/persona/año), serie temporal 1990-2010.....	152
Cuadro 94. Incineración de residuos: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010.....	153
Cuadro 95. Incineración de residuos: métodos aplicados.....	153
Cuadro 96. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos): emisiones de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010	154
Cuadro 97. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos): métodos aplicados.....	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura del Sistema Nacional de Inventarios de GEI de Chile	24
Figura 2. Proceso para la actualización del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile	27
Figura 3. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990-2010	41
Figura 4. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI por sector (excluyendo UTCUTS), serie 1990-2010	42
Figura 5. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI por tipo de GEI y excluyendo UTCUTS, serie 1990-2010.....	43
Figura 6. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de gases fluorados por tipo de GEI y excluyendo UTCUTS, serie 1990-2010	43
Figura 7. Sector Energía: tendencia del consumo de combustibles (TJ) por tipo de combustible, serie 1990-2010.....	45
Figura 8. Sector Energía: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS).....	45
Figura 9. Sector Energía: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010.....	46
Figura 10. Sector Energía: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010	47
Figura 11. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010.....	48
Figura 12. Quema de combustible: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010... ..	49
Figura 13. Quema de combustible: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por tipo de combustible, serie 1990-2010. ..	50
Figura 14. Industria de la energía: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010.....	51
Figura 15. Producción de electricidad y calor como actividad principal: emisiones de GEI (GgCO ₂ eq) por combustible, serie 1990-2010	52
Figura 16. Producción de electricidad y calor como actividad principal: tendencia de la generación eléctrica por tipo de fuente y de las emisiones de GEI, serie 1990-2010	53
Figura 17. Industrias manufactureras y de la construcción: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010	54
Figura 18. Minería y cantería: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010	55
Figura 19. Transporte: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010.....	56
Figura 20. Transporte terrestre: tendencia de las emisiones de GEI por combustible, serie 1990-2010	57
Figura 21. Otros sectores: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010	58
Figura 22. Residencial: tendencia de las emisiones de GEI por combustible, serie 1990-2010	59
Figura 23. Emisiones fugitivas de combustible: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010	62
Figura 24. Quema de combustible: emisiones de CO ₂ del método sectorial y método de referencia, serie 1990-2010	64
Figura 25. Quema de combustible: diferencia porcentual entre el método sectorial y el método de referencia, serie 1990-2010	65

Figura 26. Búnker internacional: tendencia de las emisiones de GEI por tipo de transporte internacional, serie 1990-2010.....	66
Figura 27. Emisiones de CO ₂ de la biomasa: tendencia de las emisiones de CO ₂ , serie 1990-2010.....	67
Figura 28. Sector Procesos industriales: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS)	69
Figura 29. Sector Procesos industriales: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010.	70
Figura 30. Sector Procesos industriales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010	71
Figura 31. Sector Procesos industriales: emisiones por tipo de GEI (GgCO ₂ eq), serie 1990-2010.....	72
Figura 32. Productos minerales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010	73
Figura 33. Industria química: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010	77
Figura 34. Producción de metales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010....	80
Figura 35. Consumo de halocarburos y SF ₆ : tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010.....	85
Figura 36. Sector UDOP: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS).....	89
Figura 37. Sector UDOP: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010	89
Figura 38. Sector Agricultura: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS).....	91
Figura 39. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010	92
Figura 40. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones por tipo de GEI, serie 1990-2010.....	93
Figura 41. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI de origen vegetal y origen animal, serie 1990-2010	94
Figura 42. Sector Agricultura: emisiones de GEI por categoría y región administrativa, año 2010	95
Figura 43. Fermentación entérica: tendencia de las emisiones de GEI por especie, serie 1990-2010	96
Figura 44. Manejo del estiércol: tendencia de las emisiones de GEI por especie y sistema de manejo del estiércol, serie 1990-2010	100
Figura 45. Cultivo del arroz: tendencia de las emisiones de metano, serie 1990-2010	104
Figura 46. Suelos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010.....	105
Figura 47. Emisiones directas de suelos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010	107
Figura 48. Emisiones indirectas de suelos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010	108
Figura 49. Quema en el campo de los residuos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI, serie 1990-2010	110
Figura 50. Sector UTCUTS: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por categoría, serie 1990-2010	116
Figura 51. Sector UTCUTS: tendencia de las emisiones y absorciones por tipo de GEI, serie 1990-2010.....	117

Figura 52. Sector UTCUTS: absorciones y emisiones de GEI por categoría y región administrativa, año 2010	118
Figura 53. Tierras forestales: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010.....	119
Figura 54. Tierras forestales que permanecen como tales: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por componente, serie 1990-2010	120
Figura 55. Incremento en biomasa: tendencia de las absorciones de CO ₂ por componente, serie 1990-2010	121
Figura 56. Plantaciones forestales: tendencia de las absorciones de CO ₂ por especie, serie 1990-2010	122
Figura 57. Cosecha: tendencia de las emisiones de CO ₂ por especie, serie 1990-2010	123
Figura 58. Incendios forestales: emisiones de GEI por incendios en bosque nativo y plantaciones forestales, serie 1990-2010.....	124
Figura 59. Incendios forestales: tendencia de la superficie anual afectada por incendios y emisiones de GEI, serie 1990-2010.....	124
Figura 60. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector excluyendo incendios en bosques, serie 1990-2010	125
Figura 61. Tierras convertidas en tierras forestales: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010	126
Figura 62. Plantaciones forestales: tendencia de la superficie anual por especie, serie 1990-2010	129
Figura 63. Cosecha: tendencia de la superficie anual por especie, serie 1990-2010	129
Figura 64. Incendios forestales: tendencia de la superficie anual de bosque nativo y plantaciones forestales afectada por incendios, serie 1990-2010	130
Figura 65. Tierras de cultivo: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI (GgCO ₂ eq) por subcategoría, serie 1990-2010.....	132
Figura 66. Pastizales: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010	135
Figura 67. Asentamientos: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010.....	137
Figura 68. Otras tierras: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010	139
Figura 69. Sector Residuos: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS).....	143
Figura 70. Sector Residuos: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010	144
Figura 71. Sector Residuos: tendencia de las emisiones por tipo de GEI, serie 1990-2010	145
Figura 72. Disposición de residuos sólidos: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010.....	146
Figura 73. Disposición de residuos sólidos: tendencia del metano emitido y metano recuperado en rellenos sanitarios y vertederos, serie 1990-2010	147
Figura 74. Disposición de residuos sólidos: tendencia de la fracción de residuos sólidos domiciliarios por sitio de disposición final, serie 1990-2010	149
Figura 75. Tratamiento y descarga de aguas residuales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010.....	150

Figura 76. Incineración de residuos: tendencia de las emisiones de GEI, serie 1990-2010	153
Figura 77. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos): tendencia de las emisiones de GEI, serie 1990-2010.....	155
Figura 78. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones netas de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010	159
Figura 79. Sector Energía: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010	160
Figura 80. Sector Procesos industriales: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010	161
Figura 81. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010	162
Figura 82. Sector UTCUTS: tendencia de las emisiones netas de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010	163
Figura 83. Sector Residuos: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010	164

ACRÓNIMOS Y SIGLAS

2CN	: Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
Aduanas	: Servicio Nacional de Aduanas
AFOLU	: Agriculture, forestry and other land uses (Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra)
AIE	: Agencia Internacional de Energía
ASPROCER A.G.	: Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile
BNE	: Balance Nacional de Energía
CH ₄	: Metano
CMNUCC	: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN	: Comunicaciones Nacionales
CNE	: Comisión Nacional de Energía
CO	: Monóxido de carbono
CO ₂	: Dióxido de carbono
CO ₂ eq	: Dióxido de carbono equivalente
COCHILCO	: Comisión Chilena del Cobre
CONAF	: Corporación Nacional Forestal
CONAMA	: Comisión Nacional del Medio Ambiente
COVDM	: Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
CRI	: Centro de Investigación Regional
DA	: Dato de actividad
DBO	: Demanda bioquímica de oxígeno
DGAC	: Dirección General de Aeronáutica Civil
DQO	: Demanda química de oxígeno
FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAOSTAT	: Base de datos estadísticos de la FAO
FE	: Factor de emisión
FOD	: First Order Decay
GC/CC	: Garantía de la calidad y control de la calidad
GEI	: Gas de efecto invernadero
Gg	: Gigagramos
GL1996	: Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero - versión revisada en 1996
GL2006	: Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto

	: invernadero
GL-UNFCCC-CN	: Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención
GL-UNFCCC-IBA	: Directrices de la Convención para la presentación de los informes bienales de actualización de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención
GPG2000	: Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
GPG-LULUCF	: Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura
GWh	: Gigawatt hora
HFC	: Hidrofluorocarbonos
IBA	: Informe Bienal de Actualización
IIN	: Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero
INE	: Instituto Nacional de Estadísticas
INFOR	: Instituto Forestal de Chile
INGEI	: Inventario nacional de gases de efecto invernadero
INIA	: Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IPCC	: The Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
IPPU	: Industrial processes and product use (Procesos industriales y uso de productos)
ISGEI	: Inventario sectorial de gases de efecto invernadero
LKD	: Lime Kiln Dust (Polvo de horno de cal)
MINAGRI	: Ministerio de Agricultura
MINENERGIA	: Ministerio de Energía
MINSAL	: Ministerio de Salud
MMA	: Ministerio del Medio Ambiente
M_w	: Magnitud Momento
N_2O	: Óxido nitroso
NO_x	: Óxidos de nitrógeno
ODEPA	: Oficina de Estudios y Políticas Agrícolas
ODU	: Fraction oxidized during use (Fracción de carbón que se oxida durante la utilización)
PCG	: Potencial de calentamiento global
PCI	: Poder calorífico inferior
PCS	: Poder calorífico superior
PFC	: Perfluorocarbonos
PI	: Procesos industriales
PNUD	: Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo

RCA	: Resolución de Calificación Ambiental
RILes	: Residuos Industriales Líquidos
RSM	: Residuos sólidos municipales
SAFF	: Sistema de Actualización y Fiscalización Forestal
SAO	: Sustancias agotadoras del ozono
SAR	: Segundo Informe de Evaluación del IPCC
SDRS	: Sitios de disposición de residuos sólidos
SEC	: Superintendencia de Electricidad y Combustibles
SEDS	: Sitios de eliminación de desechos sólidos
SEIA	: Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental
SERNAGEOMIN	: Servicio Nacional de Geología y Minería
SF ₆	: Hexafluoruro de azufre
SIMEF	: Sistema nacional integrado de vigilancia y evaluación de los ecosistemas forestales
SISS	: Superintendencia de Servicios Sanitarios
SME	: Sistema de Manejo de Estiércol
SNICHILE	: Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile
SO ₂	: Dióxido de azufre
SOFOFA	: Sociedad de Fomento Fabril
SUBDERE	: Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo
Tcal	: Teracalorías
TJ	: Terajoules
UDOP	: Uso de solventes y otros productos
USGS	: United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados Unidos)
UTCUTS	: Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

RESUMEN EJECUTIVO

Puntos claves

- En 2010, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) totales del país fueron 91.575,9 GgCO₂eq, incrementándose en un 83,5% desde 1990. El principal GEI emitido fue el CO₂ (76,6%), seguido del CH₄ (12,5%), N₂O (10,6%), y HFC/PFC (0,3%).
- El sector Energía es el principal emisor de GEI (74,7%), debido mayoritariamente al consumo de carbón mineral y diésel para la generación eléctrica y el consumo de diésel en el transporte terrestre, seguido de los sectores de Agricultura (15,1%), Procesos industriales (6,1%), Residuos (3,9%), y Utilización de disolventes y otros productos (0,3%).
- El sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) es el único sector que absorbe GEI en el país, manteniéndose como sumidero durante toda la serie temporal. Las absorciones netas del sector fueron -49.877,4 GgCO₂eq, debido principalmente al incremento de la biomasa en plantaciones forestales y en renovales de bosque nativo.
- El balance entre emisiones y absorciones de GEI de Chile alcanzó los 41.698,5 GgCO₂eq en el año 2010.

RE.1. Introducción

El presente inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI), corresponde al tercero presentado por Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en cumplimiento del artículo 4, párrafo 1(a), y el artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún, en 2010.

El INGEI de Chile abarca todo el territorio nacional (territorio continental, insular y antártico) e incluye emisiones y absorciones de GEI en una serie de tiempo completa desde 1990 a 2010.

RE.2. Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile

Desde 2012, la Oficina de Cambio Climático (OCC) del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) ha diseñado, implementado y coordinado el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), el cual contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidos para la actualización bienal del INGEI de Chile, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los INGEI en el país, la coherencia de los flujos de

gases de efecto invernadero (GEI) notificados y la calidad de los resultados. El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco áreas:

- Actualización del INGEI de Chile
- Sistema de mejoramiento continuo
- Creación y mantención de capacidades
- Institucionalización
- Difusión

El proceso de elaboración del INGEI actual comenzó durante el primer semestre de 2013, y concluyó a mediados de 2014. El INGEI es el resultado de la compilación de los inventarios sectoriales de gases de efecto invernadero (ISGEI), los cuales han sido elaborados siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (GL2006) y la aplicación del software del IPCC. El ISGEI de Energía fue elaborado por la División del Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía (MINENERGIA); el ISGEI de Procesos industriales y uso de productos (IPPU)¹ fue elaborado por la OCC del MMA; el ISGEI de Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)² fue elaborado por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), en donde la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) coordinó el trabajo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para el desarrollo de las temáticas relacionadas con cambio de uso de la tierra, del Instituto Forestal (INFOR) para el desarrollo de los temas sobre tierras forestales, y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) para el desarrollo de los temas agropecuarios; el ISGEI de Residuos fue elaborado por la Sección de Residuos Sólidos del MMA. Cada uno de los ISGEI fue sometido a un proceso de revisión por expertos revisores internacionales. Una vez concluido el proceso de revisión, los ISGEI fueron compilados por la OCC del MMA para la elaboración del INGEI de Chile y su respectivo informe, el cual pasó por un nuevo proceso de revisión a nivel nacional e internacional.

RE.3. Tendencias de las emisiones de gases de efecto invernadero de Chile

En el año 2010, el balance de emisiones y absorciones de GEI³ de Chile contabilizó 41.698,5 GgCO₂eq, mientras que las emisiones de GEI totales⁴ del país contabilizaron 91.575,9 GgCO₂eq, incrementándose estas últimas en un 83,5% entre los años 1990 y 2010 (Cuadro RE.1 y Figura RE.1). Los principales causantes de la tendencia en el balance de GEI son el sector Energía y el sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS). Los valores que se observa que escapan de la tendencia en el balance son consecuencias, principalmente, de los incendios forestales (contabilizados en el sector UTCUTS).

En 2010, el principal GEI emitido por el país fue el CO₂, contabilizando un 76,6% de las emisiones de GEI totales, lo sigue el CH₄ con un 12,5% y el N₂O con un 10,6%. Los HFCs, PFCs contabilizan colectivamente un 0,3%.

¹ Con fines de reporte bajo los requisitos de la CMNUCC para los países en desarrollo, el sector IPPU fue dividido en el sector Procesos industriales y el sector Utilización de disolventes y otros productos.

² Con fines de reporte bajo los requisitos de la CMNUCC para los países en desarrollo, el sector AFOLU fue dividido en el sector Agricultura y el sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura.

³ El término "balance de emisiones y absorciones de GEI" o "balance de GEI" se refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Este término incluye al sector UTCUTS.

⁴ El término "emisiones de GEI totales" se refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), excluyendo el sector UTCUTS.

Cuadro RE.1. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por sector, serie 1990-2010

Sector	1990	1995	2000	2005	2010
1. Energía	33.530,4	40.370,6	52.346,8	57.936,8	68.410,0
2. Procesos Industriales	3.108,2	4.242,5	6.399,9	7.354,7	5.543,2
3. UDOP	82,3	94,8	118,0	110,7	243,0
4. Agricultura	10.710,2	11.892,6	12.493,2	12.736,9	13.825,6
5. UTCUTS	-50.821,6	-48.743,8	-55.404,6	-44.624,2	-49.877,4
6. Residuos	2.465,5	2.685,8	3.130,0	3.866,2	3.554,1
Balance (incl. UTCUTS)	-925,0	10.542,5	19.083,4	37.381,1	41.698,5
Total (excl. UTCUTS)	49.896,6	59.286,3	74.487,9	82.005,2	91.575,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

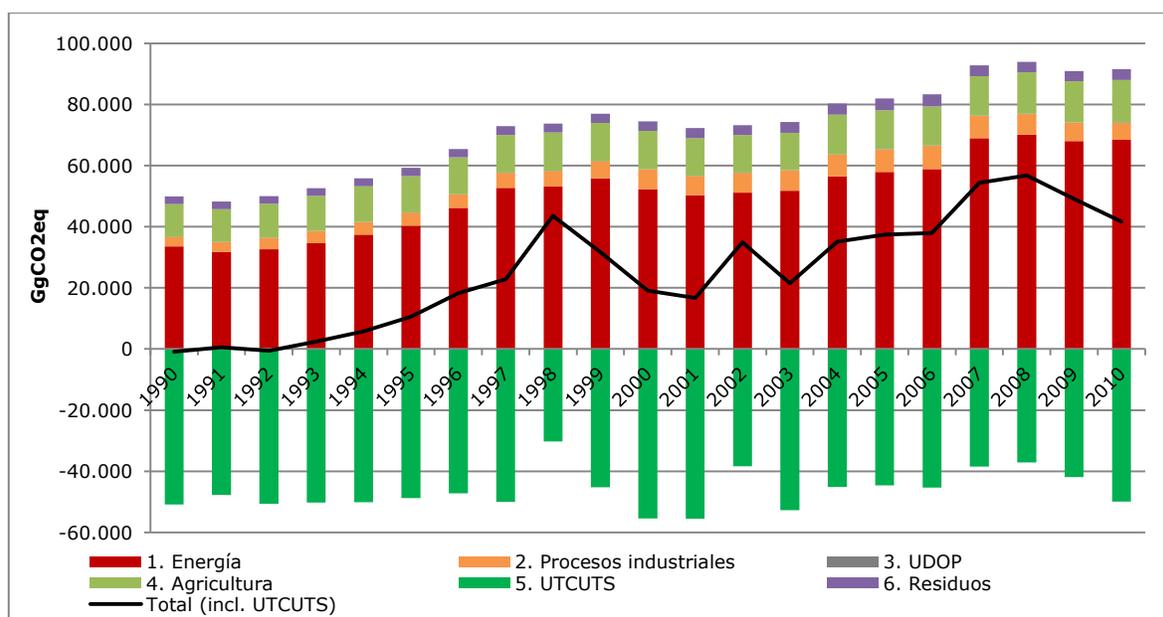


Figura RE.1. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990-2010

El sector Energía, que representa el consumo de combustibles fósiles en el país, es el principal emisor nacional de GEI, representando el 74,7% de las emisiones de GEI totales en 2010. En el mismo año las emisiones de GEI contabilizaron 68.410,0 GgCO₂eq, incrementándose en un 104,0% desde 1990. Los principales causantes del incremento en el sector Energía, son el aumento del consumo de carbón mineral y el diésel para la generación eléctrica, así como el consumo de combustibles líquidos del transporte terrestre (vehículos livianos gasolineros y pesados a diésel). Desde 2009, existe una disminución en las emisiones del sector, lo cual se debe en forma importante a la crisis económica internacional que comienza el 2008 y, en menor medida, a cambios en los combustibles de la matriz eléctrica. A nivel de subcategorías, la Industria de la energía (principalmente la generación de electricidad) es la de mayor importancia a nivel nacional con un 39,7%, seguido de 30,5% de Transporte (principalmente el transporte terrestre), 18,1% de Industrias manufactureras y de la construcción, 10,2% de Otros sectores (principalmente residencial). La subcategoría Petróleo y gas natural contabilizó un 1,4% y Combustibles sólidos un 0,1%.

El sector UTCUTS es el único sector que consistentemente absorbe CO₂ en el país. En 2010, el balance de GEI contabilizó una absorción de -49.877,4 GgCO₂eq. Durante toda la serie temporal, el balance de GEI ha sido favorable a la absorción de GEI, aunque ha decrecido en un 1,9% entre 1990 y 2010. Los principales causantes de las absorciones son los incrementos de la biomasa en las plantaciones forestales y en los renovales de bosque nativo. Hacia el final del período existe un alza en la absorción de GEI debido al aumento de la superficie de plantaciones forestales (incremento de biomasa) y la disminución de la cosecha. A nivel de categorías y en términos absolutos⁵, 96,0% del balance de GEI corresponde a la categoría Tierras forestales, seguido de un 2,3% de Pastizales, 1,2% de Tierras de cultivo y 0,6% correspondiente al resto de las categorías.

El sector Agricultura es el segundo mayor sector emisor de GEI en el país, representando el 15,1% de las emisiones de GEI totales en 2010. En el mismo año las emisiones de GEI contabilizaron 13.825,6 GgCO₂eq, incrementándose en un 29,1% desde 1990. El principal causante es el crecimiento sostenido del uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos. A nivel de categorías, 52,4% de las emisiones de GEI corresponden a Suelos agrícolas, seguido de un 34,4% de Fermentación entérica, 12,1% de Manejo del estiércol y 1% restante correspondiente a las categorías Cultivo de arroz y Quema en el campo de los residuos agrícolas.

El sector Procesos industriales (PI) es el tercer mayor sector emisor de GEI en el país, representando el 6,1% de las emisiones de GEI totales en 2010. En el mismo año las emisiones de GEI contabilizaron 5.543,2 GgCO₂eq, incrementándose en un 78,3% desde 1990. El principal causante es el crecimiento sostenido de la producción de metanol, la industria del cemento y la industria de la cal. No obstante, desde 2006 existe una abrupta caída de las emisiones, debido a la disminución de la oferta de gas natural desde Argentina (materia prima para la producción de metanol). A nivel de subcategorías, la Producción de cemento es la de mayor importancia en 2010 con un 21,5%, seguido de un 20,3% de Producción de ácido nítrico, 19,7% de Hierro y acero, 19,4% de Producción de cal. El Metanol contabilizó un 12,1% y Aerosoles un 2,8%. El restante 4,1% corresponde a otras subcategorías como Etileno, Refrigeración y aire acondicionado y Ferroaleaciones.

El sector Residuos es el cuarto mayor sector emisor de GEI en el país, representando el 3,9% de las emisiones de GEI totales en 2010. En el mismo año las emisiones de GEI contabilizaron 3.554,1 GgCO₂eq, incrementándose en un 44,2% desde 1990. Las principales causantes son el incremento de la población y el aumento de los residuos generados. A nivel de categorías, 74,4% de las emisiones de GEI corresponde a la categoría Disposición de residuos sólidos, seguido de un 23,7% de Tratamiento y descarga de aguas residuales, 1,9% de Tratamiento biológico de residuos sólidos y menos del 1% correspondiente a la categoría Incineración de residuos.

El sector Utilización de disolventes y otros productos (UDOP) es el menor sector emisor de GEI en el país. En el año 2010, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 243,0 GgCO₂eq, o 0,3% de las emisiones de GEI totales, incrementándose en un 195,1% desde 1990.

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y de las GL2006, las emisiones de GEI de bunkers marinos y aéreos internacionales, y las emisiones de CO₂ de la biomasa que es quemada

⁵ Para facilitar la interpretación directa del análisis cuantitativo se introducen las absorciones como valores absolutos (GL2006).

con fines energéticos han sido cuantificadas y reportadas como partidas informativas, pero no han sido incluidas en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

1. INTRODUCCIÓN

El presente inventario nacional de gases de efecto invernadero (INGEI), corresponde al tercero presentado por Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en cumplimiento del artículo 4, párrafo 1(a), y el artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún, en 2010.

El inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de origen antropogénico no controlados por el Protocolo de Montreal.

Las estimaciones de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero son presentadas por gas, sector, categoría, subcategoría y componentes, y hacen referencia al último año del inventario (año 2010), a menos que se especifique algo distinto. Además, se incluye la serie de tiempo desde 1990 a 2010.

El capítulo 1 presenta los antecedentes generales sobre los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, los arreglos institucionales y el proceso de preparación del inventario chileno, incluyendo sus metodologías. El capítulo 2 detalla la tendencia de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Chile. En las secciones 3 al 8 se presenta información detallada de seis sectores: Energía; Procesos industriales; Utilización de disolventes y otros productos; Agricultura; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; y Residuos. Por último, el capítulo 9 resume la realización de nuevos cálculos y mejoras desde la presentación anterior.

1.1. Antecedentes generales

El 9 de mayo de 1992 entró en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (en adelante la Convención o CMNUCC), a la cual Chile adhirió en 1994, con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero⁶ (GEI) en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático (CMNUCC, 1992). La habilidad de la comunidad internacional para conseguir este objetivo depende de un conocimiento preciso de las tendencias de las emisiones, y de nuestra capacidad colectiva para alterar estas tendencias (PNUD, 2005). Para ello, todos los países miembros de la Convención deben elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar inventarios nacionales de emisiones antropógenas por las fuentes y absorción por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal⁷. Para una cuantificación que asegure credibilidad, consistencia y comparabilidad entre los inventarios de los países, la Convención propone las directrices metodológicas elaboradas por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) para la elaboración y/o actualización de sus inventarios.

⁶ Por "gases de efecto invernadero" se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y reemiten radiación infrarroja (CMNUCC, 1992). Los principales GEI antrópicos son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

⁷ Artículo 4, párrafo 1(a) y artículo 12, párrafo 1(a) de la Convención. 1992.

Los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEI) consisten en un listado numérico exhaustivo de la contabilización de cada uno de los GEI antropógenos liberados o absorbidos desde la atmósfera en un área y en un período específico, generalmente correspondiente a un año calendario. Estos INGEI tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI nacionales que son atribuibles directamente a la actividad humana y la contribución específica del país al fenómeno del cambio climático.

Además de lo anterior, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005), la preparación y presentación de los informes de los INGEI pueden proporcionar una serie de otros beneficios a un país, que incluyen:

- Identificación de los sectores económicos con mayor contribución al cambio climático y sus aportes específicos;
- Proporcionar información útil para la planificación y evaluación del desarrollo económico;
- Proporcionar información útil para abordar otros problemas ambientales (por ejemplo, la calidad del aire, uso de la tierra, gestión de residuos, etc.);
- Identificación de brechas en las estadísticas nacionales;
- Evaluación de opciones de mitigación de GEI, colaborando en las orientaciones para una estrategias de desarrollo bajas en emisiones y, por consiguiente, hacia un uso más eficiente de los recursos naturales y financieros; y
- Proporcionar la base para esquemas de comercio de emisiones.

Los mecanismos claves para el reporte de los INGEI por parte de los países en desarrollo, como Chile, a la Convención han sido las comunicaciones nacionales (CN) y, a partir de 2014 lo serán los informes bienales de actualización (IBA). El primer INGEI oficial del país, elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), fue presentado a la Convención en la *Primera Comunicación Nacional de Chile*, en 2000, con información de las emisiones de GEI de los años 1993 y 1994. El segundo INGEI oficial, elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), fue presentado en 2011 en la *Segunda Comunicación Nacional de Chile*, abarcando una serie de tiempo desde 1984 al año 2006. El presente informe corresponder al tercer INGEI oficial de Chile ante la Convención y abarca la serie de tiempo entre los años 1990 y 2010.

1.2. Arreglos institucionales

Con la finalidad de reportar los avances en la implementación de los objetivos de la Convención, en la COP16 de 2010 se definió que *“los países en desarrollo deberán presentar a la Convención informes bienales de actualización, que contengan información actualizada sobre los INGEI”*⁸. Además, en la COP17 de 2011 se definió que *“los países en desarrollo deberían presentar su primer IBA a más tardar en diciembre de 2014 [...] abarcando, como mínimo, un año civil anterior en no más de cuatro años a la fecha de presentación”*⁹.

Ante estos nuevos compromisos adquiridos por el país, desde 2012, la Oficina de Cambio Climático (OCC) del MMA ha diseñado, implementado y coordinado el Sistema Nacional de Inventarios de

⁸ Decisión 1, párrafo 60(c) del Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010.

⁹ Decisión 1, párrafo 41(a) Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011.

Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), el cual contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidos para la actualización bienal (cada dos años) del INGEI de Chile, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados.

La estructura del SNICHILE (Figura 1) consiste en una orgánica descentralizada, en donde el INGEI es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de diversos servicios públicos. El equipo nacional de inventarios de GEI de Chile está conformado por la entidad nacional (OCC del MMA), la que coordina el trabajo de los equipos sectoriales encargados de la elaboración de sus sectores respectivos. Además, expertos nacionales (internos) e internacionales (externos) colaboran transversalmente aportando su experticia en las temáticas relacionadas al INGEI. Este equipo nacional reporta su trabajo al Equipo Nacional Coordinador de IBA y CN para la inclusión del INGEI de Chile en el informe que corresponda. Por último, el Equipo Nacional Coordinador reporta al Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático, solicitando su aprobación.

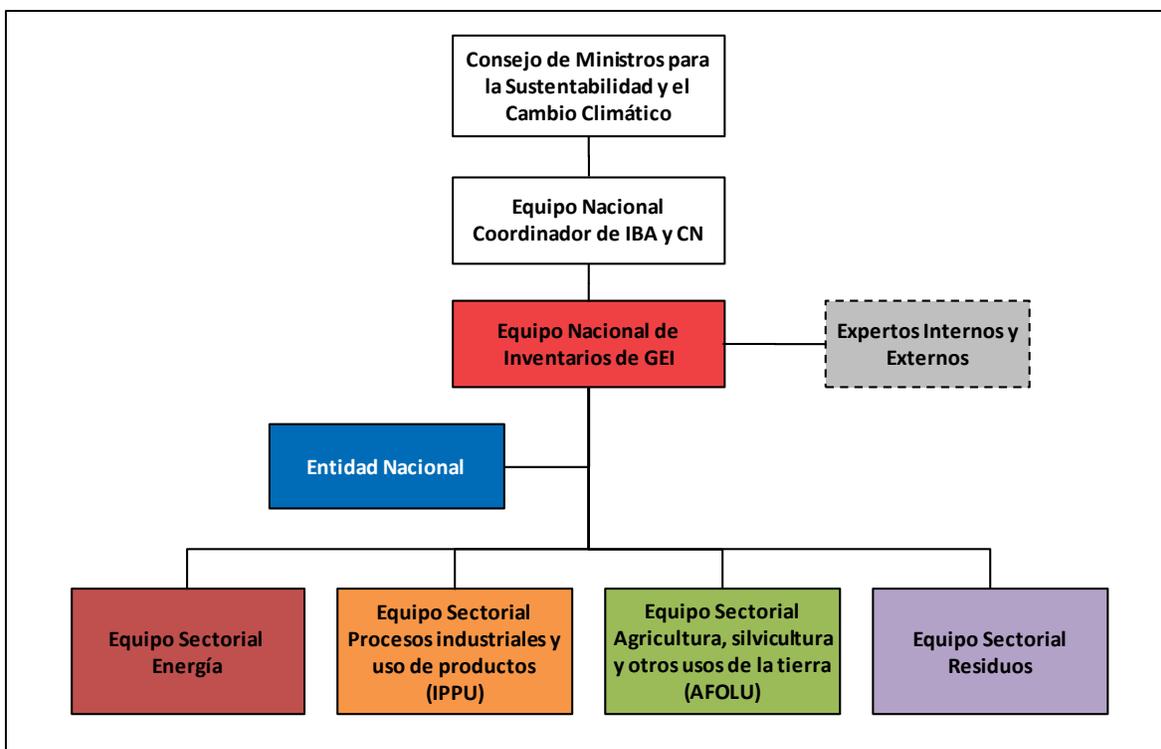


Figura 1. Estructura del Sistema Nacional de Inventarios de GEI de Chile

Desde 2013, la entidad nacional ha desarrollado reuniones semestrales del equipo nacional de inventarios de GEI para la coordinación y operación del SNICHILE. Además, periódicamente se desarrollan reuniones bilaterales con los equipos sectoriales para abordar temas específicos de cada uno de los sectores.

El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco áreas de trabajo, las cuales son:

- **Actualización del INGEI de Chile:** área de trabajo enfocada en la actualización bienal del INGEI de Chile, mediante la actualización bienal de los inventarios sectoriales de GEI

(ISGEI) por cada equipo sectorial responsable, su posterior compilación y desarrollo de los temas transversales.

- **Sistema de mejoramiento continuo:** área de trabajo enfocada en la operación de un sistema de garantía de la calidad y control de la calidad (GC/CC), mediante la implementación de un plan de mejoramiento acorde con las buenas prácticas en la elaboración de los INGEI, asegurando la calidad de los resultados del INGEI mediante la transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud de la información. Dentro de las actividades destaca la revisión experta internacional de cada ISGEI y del INGEI de Chile.
- **Creación y mantención de capacidades:** área de trabajo enfocada en la creación y mantención de capacidades dentro de los equipos sectoriales, mediante talleres de capacitación multisectorial, identificación y generación de materiales de entrenamiento, y cooperación internacional, entre otras actividades coordinadas por la entidad nacional. Es relevante indicar, que a julio de 2014, el país cuenta con cinco revisores de INGEI de las Partes anexo I de la Convención: Aquiles Neuenschwander (Fundación para la Innovación Agraria, del Ministerio de Agricultura), revisor líder y experto del sector UTCUTS; Sergio González, revisor líder y experto del sector Agricultura; Jenny Mager (OCC del MMA) revisora experta del sector Procesos industriales; Fernando Farías (OCC del MMA) revisor experto del sector Energía; y Paulo Cornejo (OCC del MMA y coordinador del SNICHILE) revisor experto del sector Agricultura. Todos ellos participan activamente dentro del SNICHILE.
- **Institucionalización:** área de trabajo enfocada en la institucionalización del SNICHILE mediante la elaboración de acuerdos de trabajo entre las instituciones participantes, asumiendo responsabilidades, plazos, presupuestos y asegurando un trabajo interinstitucional coordinado.
- **Difusión:** área de trabajo enfocada en la difusión de información relacionada al INGEI de Chile, como por ejemplo: proceso de elaboración, plazos, actividades relacionadas y resultados. La difusión se realizará mediante un sitio web propio del SNICHILE que además cumple el rol de reservorio multisectorial de información, talleres de transferencia, charlas informativas, material impreso y material digital.

1.3. Proceso de actualización

En general, el proceso de actualización del INGEI de Chile consiste en un ciclo con un plan de trabajo bienal, en donde en el primer año (FASE I del ciclo) se realizan las actualizaciones por cada sector y en el segundo año (FASE II del ciclo) se llevan a cabo la compilación y el desarrollo de los temas transversales del INGEI de Chile.

El proceso de elaboración del presente INGEI comenzó durante el primer semestre de 2013, y concluyó a mediados de 2014. Como se observa en la Figura 2, la base de la información estadística general es proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y el Servicio Nacional de Aduanas (Aduanas). Esta información también cumple la función de medio para la verificación de la información propia que poseen los equipos sectoriales.

Cada equipo sectorial está encargado de la elaboración del inventarios de GEI de su propio sector, es así como el inventario de GEI del sector Energía fue elaborado por la División del Prospectiva y Política Energética del Ministerio de Energía (MINENERGIA); el inventario de GEI del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) fue elaborado por la OCC del MMA; El inventario de GEI del sector Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU) fue elaborado por el Ministerio de Agricultura (MINAGRI), en donde la Oficina de Estudios y Políticas Agrícolas (ODEPA) coordinó el trabajo de la Corporación Nacional Forestal (CONAF) para el desarrollo de las temáticas relacionadas con cambio de uso de la tierra, del Instituto Forestal (INFOR) para el desarrollo de los temas sobre tierras forestales, y del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) para el desarrollo de los temas agropecuarios; el inventario de GEI del sector Residuos fue elaborado por la Sección de Residuos Sólidos (actualmente parte de la Oficina de Residuos y Sustancias Peligrosas) del MMA.

Cada uno de los ISGEI fue sometido a un proceso de revisión por expertos revisores internacionales, siendo las principales recomendaciones incluidas en los ISGEI, antes de ser enviadas a la entidad nacional. Una vez concluido el proceso de revisión, los ISGEI fueron compilados por la OCC del MMA para la elaboración del INGEI de Chile y su respectivo informe, además del desarrollo de los temas transversales. Luego de que cada equipo sectorial aprobara el Informe final, este pasó por un nuevo proceso de revisión a nivel nacional. Por último, el INGEI de Chile fue entregado al Equipo Nacional Coordinador de IBA y CN para su inclusión en el Primer IBA de Chile.

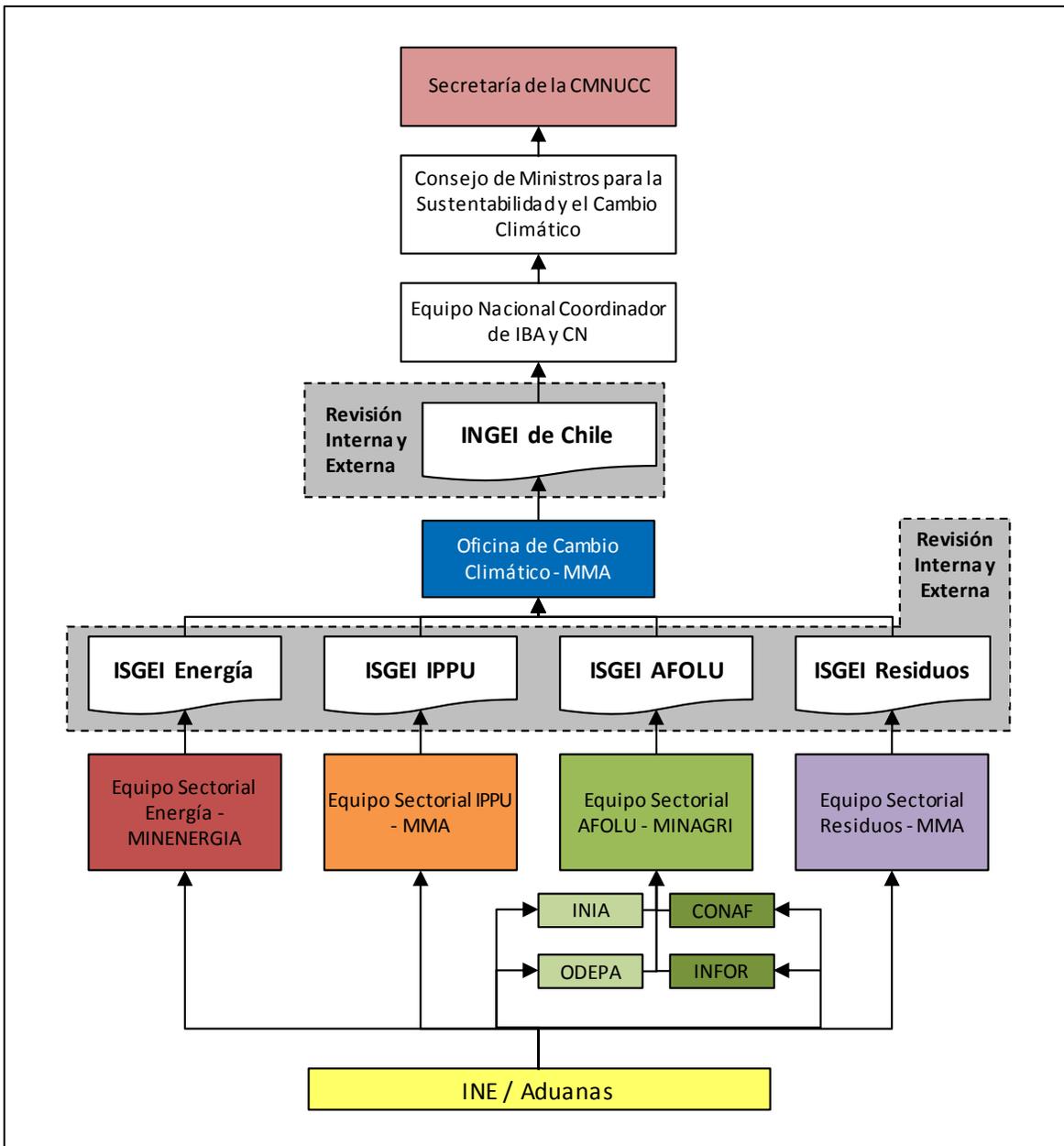


Figura 2. Proceso para la actualización del inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile

El INGEI de Chile y toda la información requerida para su presentación ante la Convención son almacenados en el MMA, aunque cada equipo sectorial también posee su propio sistema de almacenamiento. Por último, el informe del INGEI de Chile se encuentra disponible en el sitio web del MMA y del SNICHILE (en proceso de elaboración).

1.4. Metodología y fuentes de información

1.4.1. Metodologías

El presente INGEI es el resultado de la compilación de los ISGEI, los cuales han sido elaborados siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (GL2006) y la aplicación del software del IPCC, incluyendo el análisis de categorías claves y evaluación de la incertidumbre. El equipo nacional de INGEI ha decidido implementar, desde el inicio del proceso de actualización permanente, las GL2006 y el software del IPCC por las razones siguientes:

- Las GL2006 constituyen los mejores métodos de aplicación global actuales, ya que reflejan los últimos avances científicos para la cuantificación de emisiones y absorciones de GEI,
- El uso de las GL2006 y el software del IPCC permiten al país reportar sus emisiones en el formato requerido por la Convención,
- Reducción de costos asociados a futuras actualizaciones metodológicas del INGEI de Chile, ya que la tendencia internacional, tanto de países desarrollados y países en desarrollo, es hacia mejorar las metodologías para la elaboración de sus INGEI implementando las GL2006, y
- Compatibilizar las metodologías de contabilización de GEI entre diferentes iniciativas desarrolladas por los equipos sectoriales.

Chile decidió emplear las GL2006 a pesar de que las *Directrices de la Convención para la presentación de los informes bienales de actualización de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención* (GL-UNFCCC-IBA) y de las *Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención* (GL-UNFCCC-CN) sugieren que los países elaboren sus inventarios siguiendo las *Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, versión revisada en 1996* (GL1996), la *Orientación del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero* (GPG2000), y la *Orientación sobre las buenas prácticas para uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura* (GPG-LULUCF), las cuales dividen los inventarios en seis sectores principales: Energía; Procesos industriales (PI); Utilización de disolventes y otros productos (UDOP); Agricultura; Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS); y Residuos. Asimismo, las GL2006 dividen los inventarios en cuatro sectores: Energía; Procesos industriales y uso de productos (IPPU); Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU); y Residuos. Para superar esta brecha, los sectores de las GL2006 han sido homologados a los sectores de las GL1996, GPG2000 y GPG-LULUCF durante la compilación del INGEI, como lo muestra el Cuadro siguiente¹⁰:

¹⁰ Para mayor detalle ver Anexo 1. Homologación de categorías.

Cuadro 1. Homologación de los sectores entre diferentes directrices del IPCC

Sectores según GL2006	Sectores según GL1996/GPG2000/ GPG-LULUCF
1. Energía	1. Energía
2. Procesos industriales y uso de productos (IPPU)	2. Procesos Industriales (PI) 3. Utilización de disolventes y otros productos (UDOP)
3. Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU)	4. Agricultura 5. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS)
4. Residuos	6. Residuos

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE en base a GL1996, GPG2000, GPG-LULUCF y GL2006.

Es importante mencionar que, para el reporte del INGEI de Chile, los resultados son adaptados a las tablas de presentación de las GL-UNFCCC-IBA y de las GL-UNFCCC-CN.

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI, el abordaje metodológico consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominados datos de la actividad o DA, los cuales pueden ser estadísticos y/o paramétricos) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se los denomina factores de emisión (FE). Por consiguiente, la ecuación básica es:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad (DA)} \times \text{Factores de emisión (FE)}$$

Aunque esta ecuación sencilla es muy utilizada, las GL2006 también contienen métodos de equilibrio de masa (utilizado principalmente en el sector UTCUTS) y métodos más complejos, divididos generalmente en tres niveles. El Nivel 1 es el “método por defecto”, que es la instancia metodológica más simple, aplicable cuando no se cuenta con datos de actividad propios o factores de emisión país específicos. Si bien el Nivel 1 permite el cálculo, posee el riesgo de que las circunstancias nacionales no sean debidamente reflejadas. Por su parte, el Nivel 2 utiliza el mismo procedimiento metodológico del Nivel 1, pero con factores de emisión y/o datos de actividad paramétricos propios del país o de una región de éste. Bajo estas circunstancias, es altamente probable que las estimaciones de absorciones y emisiones de GEI sean más precisas; esta opción debiera aplicarse a las categorías principales. El Nivel 3 corresponden a métodos específicos de un país (modelos, censos y otros), cuya aplicación es recomendada siempre que hayan sido debidamente validados y, en el caso de los modelos, se encuentren publicados en revistas científicas con comité editorial (MMA, 2011). El Cuadro 2 presenta un resumen de los métodos y niveles aplicados en el INGEI de Chile¹¹. Desde el capítulo 3 al capítulo 8 del presente informe se podrá encontrar una descripción detallada sobre las metodologías y métodos aplicados en cada sector.

¹¹ Para mayor detalle ver Anexo 2A. Métodos.

Cuadro 2. Métodos y niveles en el INGEI de Chile, año 2010

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFCs		PFCs		SF ₆	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. Energía	T1	D	T1	D	T1	D						
A. Quema de combustible (método sectorial)	T1	D	T1	D	T1	D						
1. Industrias de la energía	T1	D	T1	D	T1	D						
2. Industrias manufactureras y construcción	T1	D	T1	D	T1	D						
3. Transporte	T1	D	T1	D	T1	D						
4. Otros sectores	T1	D	T1	D	T1	D						
5. Otros	NO, C	D	NO, C	D	NO, C	D						
B. Emisiones fugitivas del combustible	T1	D	T1	D								
1. Combustible sólido			T1	D								
2. Petróleo y gas natural	T1	D	T1	D								
2. Procesos industriales	T1, T2	D	T1	D	T1	D	T1	D	T1	D	NE, NO	NE, NO
A. Productos minerales	T1, T2	D										
B. Industria química	T1	D	T1	D	T1	D						
C. Producción de metales	T1	D	NO	D								
D. Otra producción	NE	NE					NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre							NE	NE	NE	NE	NE	NE
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre							T1	D	T1	D	NE, NO	NE, NO
G. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Utilización de disolventes y otros productos	T1	D										
4. Agricultura			T1b, T2	D, CS	T1b	D						
A. Fermentación entérica			T1b, T2	D, CS								
B. Manejo del estiércol			T1b, T2	D, CS	T1b	D						
C. Cultivo de arroz			T1b	D								
D. Suelos agrícolas					T1b	D						
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO						
F. Quema en el campo de residuos agrícolas			T1a,b	D	T1a,b	D						
G. Otros			NA	NA	NA	NA						
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS						
A. Tierras forestales	T2	CS	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS						
B. Tierras de cultivo	T1b, T2	D, CS										
C. Pastizales	T1b, T2	D, CS	T1a,b	D	T1a,b	D						
D. Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE						
E. Asentamientos	T1b, T2	D, CS										
F. Otras tierras	T1b, T2	D, CS										
G. Otros	NE	D	NE	D	NE	D						
6. Residuos	T1	D	T1	D	T1	D						
A. Disposición de residuos sólidos			T1	D								
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D						
C. Incineración de residuos	T1	D										
D. Otros			T1	D	T1	D						
Partidas informativas												
Búnker internacional	T1	D	T1	D	T1	D						
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	T1	D										

T1 = Método Nivel 1; T1a = Desagregación por componente operacional (cultivos, especies, etc.); T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico;

NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Posteriormente a la estimación de las emisiones y absorciones de cada uno de los GEI, y para el reporte de los valores de GEI en forma agregada, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), los países en desarrollo deben utilizar los potenciales de calentamiento global (PCG) proporcionados por el IPCC en su *Segundo Informe de Evaluación (SAR)* basados en los efectos de los GEI en un horizonte temporal de 100 años. Los PCG utilizados para los principales GEI se presentan en el Cuadro siguiente:

Cuadro 3. Potenciales de calentamiento global utilizados en el INGEI de Chile

GEI	PCG
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	310
HFC-32	650
HFC-125	2.800
HFC-134a	1.300
HFC-152a	140
HFC-143a	3.800
HFC-227ea	2.900
HFC-236fa	6.300
CF ₄	6.500

Fuente: IPCC, 1995.

Por último, las GL2006 proporcionan orientaciones sobre buenas prácticas para elaborar INGEI de calidad. Los indicadores de la calidad en los INGEI son:

- **Transparencia:** debe existir documentación clara y suficiente para que las personas o los grupos que no sean los elaboradores del inventario entiendan cómo fue elaborado.
- **Exhaustividad:** se deben declarar las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de GEI, en la totalidad de la cobertura territorial del país.
- **Coherencia:** se deben realizar las estimaciones para diferentes años, gases y categorías, de tal forma que las diferencias entre años y categorías reflejen las diferencias reales en el balance de emisiones. Las tendencias anuales de los inventarios, en la medida de lo posible, deben calcularse por el mismo método y las mismas fuentes de datos en todos los años, y deben tener por objeto reflejar las fluctuaciones anuales reales de emisiones o absorciones, sin estar sujetas a los cambios resultantes de las diferencias metodológicas.
- **Comparabilidad:** se debe reportar el INGEI de forma tal que permite su comparación con los INGEI correspondientes a otros países.
- **Exactitud:** no debe contener estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse. Esto significa invertir todo el esfuerzo necesario para eliminar el sesgo en las estimaciones.

En conclusión, los elaboradores de inventarios deben utilizar métodos de buenas prácticas para garantizar que los INGEI lleguen a ser lo más transparentes, exhaustivos, coherentes, comparables y exactos posibles, así como para garantizar el mejoramiento continuo con el transcurso del tiempo.

1.4.2. Fuentes de información

El Cuadro 4 resume las principales fuentes de información (datos de actividad) utilizadas por cada sector en el INGEI de Chile¹². En cada capítulo sectorial y en la sección de Referencias se podrá encontrar mayor detalle sobre las fuentes de información utilizadas.

Cuadro 4. Principales fuentes de datos de actividad del INGEI de Chile

Sector	Fuente
1. Energía	<i>Balance Nacional de Energía</i> (Ministerio de Energía) <i>Anuarios de estadísticas del cobre y otros minerales</i> (COCHILCO) Estadísticas de consumo combustible internacional (Servicio Nacional de Aduanas)
2. PI	Producción de cemento (Instituto del Cemento y Hormigón de Chile) Importaciones y exportaciones de clínker (Servicio Nacional de Aduanas) Producción de cal (Inacesa, Soprocal, CMPC y Arauco) Producción de vidrio (SOFOFA) Producción ácido nítrico (POCH y Deuman) <i>Balance Nacional de Energía</i> (Ministerio de Energía) Producción de metanol (Methanex) Producción plomo, cinc, hierro y acero (COCHILCO, SERNAGEOMIN) Producción Ferroatomociones (USGS) Producción, importación y exportación de sustancias SAO (INE, Servicio Nacional de Aduanas)
3. UDOP	Producción, importación y exportación de lubricantes y ceras de parafina (INE, Servicio Nacional de Aduanas)
4. Agricultura	<i>Censos Agropecuarios y Forestales</i> (INE, ODEPA) Estadísticas anuales (INE, ODEPA) Estadísticas (FAO)
5. UTCUTS	<i>Inventario Forestal Continuo</i> (INFOR) <i>Estadísticas Forestales</i> (INFOR) <i>Catastros Vegetacionales</i> (CONAF) Estadísticas históricas de incendios forestales (CONAF)
6. Residuos	<i>Censo de población y vivienda</i> (INE) <i>Catastro ajustado de RSM</i> (MMA) Cantidad de lodos depositados (SISS)

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

1.5. Categorías principales

Según las GL2006, constituye una buena práctica que cada país identifique sus categorías principales nacionales de forma sistemática y objetiva. El concepto de categoría principal es utilizado para identificar las categorías que repercuten significativamente sobre los INGEI de un país en términos del nivel absoluto, tendencias o incertidumbre de las emisiones y absorciones de GEI. Las categorías principales deben ser la prioridad para los países durante la asignación de recursos para la recopilación de datos, compilación, garantía y control de calidad, y generación de informes. En consecuencia, es una buena práctica usar los resultados del análisis de categorías principales como base para la opción metodológica. Ese proceso se traduce en una mejor calidad del inventario, así como en una mayor confianza en las estimaciones desarrolladas.

La OCC del MMA ha identificado las categorías principales para los años 1990 y 2010 (último año reportado en el INGEI), utilizando el Método 1 de las GL2006, pero sus resultados han sido

¹² Para mayor detalle ver Anexo 2B. Datos de actividad y parámetros.

adaptados a los formatos de reporte de GPG2000 y GPG-LULUCF para evaluar la influencia que ejercen diversas categorías de fuentes y sumideros sobre los niveles absolutos y las tendencias para el balance de las emisiones y absorciones de GEI (incluyendo UTCUTS), conservando la consistencia con los Cuadros de reporte del capítulo 2. El Cuadro 5 provee un resumen de las categorías principales identificadas¹³. Esta lista constituye la base para las discusiones con los equipos sectoriales sobre la calidad de las estimaciones y la posible necesidad de mejora. Las categorías principales del INGEI de Chile son también objeto de una documentación más detallada y un control de calidad más exhaustivo.

Cuadro 5. Categorías principales identificadas, utilizando el Método 1 de las GL2006, para los niveles absolutos y tendencias del INGEI de Chile

Código y Categorías del IPCC	GEI	Criterio de identificación incluyendo UTCUTS		
		Nivel año 1990	Nivel año 2010	Tendencia
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	X	X	X
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO ₂	X	X	X
1.A.2.a. Hierro y acero	CO ₂	X		X
1.A.2.c. Productos químicos	CO ₂		X	
1.A.2.f. Industria no especificada	CO ₂	X	X	X
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO ₂	X	X	X
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CO ₂	X	X	X
1.A.3.a. Aviación nacional	CO ₂	X		X
1.A.3.b. Transporte terrestre	CO ₂	X	X	X
1.A.3.d. Navegación nacional	CO ₂	X		X
1.A.4.a. Comercial / Institucional	CO ₂		X	
1.A.4.b. Residencial	CO ₂	X	X	X
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	CO ₂		X	
1.B.2.a. Petróleo	CH ₄	X		X
1.B.2.b. Gas natural	CH ₄	X	X	X
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	X	X	X
2.A.2. Producción de cal	CO ₂		X	
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N ₂ O		X	
2.B.5.a. Metanol	CO ₂	X		X
2.C.1. Hierro y acero	CO ₂	X	X	X
4.A.1. Ganado	CH ₄	X	X	X
4.B.1. Ganado	CH ₄	X	X	X
4.D.1. Emisiones directas de suelos agrícolas	N ₂ O	X	X	X
4.D.2. Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas	N ₂ O	X	X	X
4.D.3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas	N ₂ O	X	X	X
5.A.1.a. Bosque nativo incendiado	CO ₂	X	X	X
5.A.1.a. Bosque nativo manejado	CO ₂	X	X	X
5.A.1.a. Plantaciones forestales	CO ₂	X	X	X
5.A.1.a. Renovales	CO ₂	X	X	X
5.A.1.b. Tierras en transición	CO ₂		X	
5.A.1.c. Trozas especies nativas	CO ₂	X	X	X
5.A.1.c. Trozas Eucalyptus spp.	CO ₂	X	X	X
5.A.1.c. Trozas P. radiata	CO ₂	X	X	X
5.A.1.e. Leña	CO ₂	X	X	X
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	CO ₂	X	X	X

¹³ Para mayor detalle ver Anexo 3. Análisis de categorías principales.

Código y Categorías del IPCC	GEI	Criterio de identificación incluyendo UTCUTS		
		Nivel año 1990	Nivel año 2010	Tendencia
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	CO ₂		X	X
5.A.1.g. Substitución	CO ₂	X	X	X
5.A.2.2. Tierra convertidas en tierras forestales	CO ₂	X	X	X
5.C.2. Tierra convertida en pastizal	CO ₂	X	X	X
6.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	CH ₄		X	
6.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	CH ₄	X		X
6.A.3. Otros	CH ₄	X		X

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

1.6. Sistema de garantía y control de la calidad

Para asegurar la elaboración de inventarios de GEI de alta calidad, mediante la transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud de la información, el SNICHILE ha definido un área de trabajo enfocada en la operación de un sistema de garantía de la calidad y control de la calidad (GC/CC), acorde con las buenas prácticas para la elaboración de INGEI.

El control de calidad (CC) es un sistema de actividades técnicas rutinarias destinado a evaluar y mantener la calidad del inventario a medida que es elaborado. Lo realizan los equipos sectoriales durante la elaboración de los ISGEI y también es desarrollado por el coordinador del SNICHILE al momento de la compilación y elaboración del INGEI de Chile.

La garantía de calidad (GC) es un sistema planificado de procedimientos de revisión efectuados por personal que no participa directamente en el proceso de elaboración de los ISGEI o compilación del INGEI. Las revisiones, efectuadas por terceros independientes, son llevadas a cabo sobre los ISGEI y el INGEI terminado.

A continuación, se describen las actividades de GC/CC desarrolladas por la entidad nacional en su rol de coordinadora del SNICHILE para la compilación y elaboración del INGEI de Chile. Las actividades de GC/CC desarrolladas por los equipos sectoriales serán abordadas en las respectivas secciones sectoriales.

1.6.1. Actividades de garantía y control de la calidad

Previo a la elaboración del INGEI de Chile por parte de la OCC del MMA, mediante la compilación de los ISGEI de cada sector, se han realizado las actividades siguientes:

- Revisión interna de los resultados numéricos preliminares de los ISGEI de cada sector, por parte de la entidad nacional,
- Revisión externa de los ISGEI de cada sector por un experto calificado como revisor de los INGEI de las Partes anexo I de la Convención,
- Análisis de hallazgos y recomendaciones del proceso de revisión externa, e
- Inclusión de hallazgos y recomendación a los ISGEI de cada sector, cuando estos son pertinentes.

Posteriormente, para la compilación y elaboración del INGEI de Chile se han desarrollado las actividades siguientes:

- Creación de una planilla de cálculo denominada *2014_INGEI_CL_vGL2006*, la cual contiene los resultados numéricos a nivel nacional en el formato de las GL2006. La planilla ha sido construida mediante enlaces automatizados desde los archivos de reporte entregados por cada sector, evitando así los posibles errores por la transcripción manual de datos numéricos. Además, la planilla cuenta con un sistema de chequeo cruzado para asegurar que no exista diferencia en los valores sectoriales y nacionales,
- Creación de una planilla de cálculo denominada *2014_INGEI_CL_vNAI*, la cual contiene los resultados numéricos a nivel nacional en el formato requerido por las GL-UNFCCC-IBA y las GL-UNFCCC-CN. La planilla ha sido construida homologando los resultados en formato GL2006 al formato requerido por la Convención, mediante enlaces automatizados desde la planilla *2014_INGEI_CL_vGL2006*, evitando así los posibles errores por la transcripción manual de datos numéricos. Además, la planilla cuenta con un sistema de chequeo cruzado para asegurar que no exista diferencia en los valores sectoriales y nacionales,
- Elaboración del borrador del *Informe del Inventario Nacional de GEI de Chile (IIN)*, el cual es sometido a un proceso de revisión interna por expertos calificados como revisores de los INGEI de las Partes anexo I de la Convención que participan dentro del SNICHILE,
- Revisión del borrador del IIN por parte de los equipos sectoriales y de los puntos focales ministeriales, y
- Revisión externa del INGEI de Chile por expertos calificados como revisores de los INGEI de las Partes anexo I de la Convención.

Una vez concluido el proceso, el IIN es entregado al Equipo Nacional Coordinador del IBA y CN, para generar el reporte pertinente del país ante la Convención.

1.6.2. Plan de mejoramiento continuo

El sistema de GC/CC cuenta con un plan de trabajo para el mejoramiento continuo de la calidad del INGEI de Chile. Este plan es un trabajo permanente con el objetivo de identificar posibles áreas de mejoras y su implementación. Estos temas son abordados periódicamente por el equipo nacional de INGEI durante las reuniones semestrales del SNICHILE o bilateralmente, entre los equipos sectoriales y la entidad nacional.

1.7. Evaluación general de la incertidumbre

Según las GL2006, las estimaciones de incertidumbre constituyen un elemento esencial de un inventario exhaustivo de emisiones y absorciones de GEI. El análisis de la incertidumbre se debe tomar como un medio para priorizar los esfuerzos nacionales destinados a reducir la incertidumbre de los inventarios en el futuro y para guiar las decisiones sobre la elección metodológica.

Para el análisis de la incertidumbre del INGEI de Chile, la OCC del MMA ha compilado las incertidumbres de cada ISGEI y ha desarrollado un análisis usando el Método 1: Propagación del error (Nivel 1) de las GL2006, el cual es utilizado para estimar la incertidumbre en las categorías individuales (factores de emisión, datos de actividad y otros parámetros de estimación), en todo el inventario, y en las tendencias entre un año de interés y el año de base. El cálculo de la incertidumbre del INGEI de Chile incluye las emisiones y absorciones de GEI del sector UTCUTS¹⁴.

¹⁴ Para mayor detalle ver Anexo 4. Análisis de incertidumbre.

En términos generales del INGEI de Chile y ponderando su participación en el balance de emisiones y absorciones de GEI, los sectores que mayor aportan a la incertidumbre (contribución a la varianza) del año 2010 son el sector UTCUTS, seguido del sector Agricultura, el sector Residuos, el sector Energía y por último el sector Procesos industriales/UDOP.

En el sector UTCUTS, las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza del año 2010 se encuentran en las emisiones y absorciones de CO₂ en las tierras forestales que permanecen como tales, seguidas de las emisiones de CO₂ en las tierras convertidas en tierras forestales. Lo anterior se debe principalmente a las incertidumbres de los datos paramétricos utilizados, los cuales derivan en factores de emisión.

En el sector Agricultura, las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza del año 2010 se encuentran en las emisiones directas de N₂O de los suelos gestionados, seguidas de las emisiones indirectas de N₂O en los suelos gestionados, y emisiones de CH₄ en fermentación entérica del ganado bovino. Lo anterior se debe principalmente a las altas incertidumbres de los factores de emisión por defecto del N₂O utilizados y los datos de actividad relacionados con las emisiones indirectas de los suelos agrícolas.

En el sector Residuos, las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza del año 2010 se encuentran en las emisiones de CH₄ en la disposición de residuos sólidos, seguidas de emisiones del CH₄ y N₂O en el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. Lo anterior se debe principalmente a las incertidumbres de los factores de emisión, salvo en las emisiones de CH₄ desde el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas en donde la incertidumbre está relacionada mayoritariamente con los datos de actividad utilizados.

En el sector Energía, las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza del año 2010 se encuentran en las emisiones fugitivas de CH₄ de la extracción de petróleo y gas natural, lo siguen las emisiones de CO₂ de los combustibles sólidos en la producción de electricidad y calor, y las emisiones de CO₂ en los combustibles líquidos utilizados en los automóviles. Lo anterior se debe principalmente a las incertidumbres de los factores de emisión por defecto utilizados, más que a los datos de actividad levantados desde el Balance Nacional de Energía.

En el sector Procesos industriales/UDOP, las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza del año 2010 se encuentran en las emisiones de N₂O en la producción de ácido nítrico, seguido de emisiones de CO₂ en la producción de cemento, y emisiones de CO₂ en la producción de cal. Lo anterior se debe principalmente a las incertidumbres de los factores de emisión por defecto utilizados.

En conclusión, la mayoría de la incertidumbre del INGEI de Chile está asociada al uso de factores de emisión por defecto.

1.8. Evaluación general de la exhaustividad

El INGEI de Chile abarca todo el territorio nacional (territorio continental, insular y antártico) e incluye emisiones y absorciones de GEI en una serie de tiempo completa desde 1990 a 2010.

Los GEI incluidos son: CO₂, CH₄, N₂O, HFC y PFC. El SF₆ no fue estimado por falta de datos de actividad. Además, se incluyen parcialmente los siguientes precursores: CO, NO_x, COVDM, SO₂, los cuales solo fueron calculados en el sector Energía y en las categorías relacionadas con quema de biomasa en el sector Agricultura y el sector UTCUTS.

El INGEI de Chile incluye la gran mayoría de fuentes de emisiones y absorciones por los sumideros para la gran mayoría de las categorías y subcategorías que componen los sectores. Las categorías no estimadas (NE) por falta de datos de actividad son las siguientes:

- 1A2.b. Metales no ferrosos
- 2A3. Utilización de piedra caliza y de dolomita
- 2A4. Producción y utilización de carbonato sódico
- 2A5. Producción de material asfáltico para techos
- 2A6. Pavimentación asfáltica
- 2E1. Emisiones secundarias de HFC y PFC
- 2E2. Emisiones fugitivas
- 2F5. Disolventes
- 3A. Aplicaciones de pintura
- 3B. Desengrase y limpieza en seco
- 4d1d. Cultivo de histosoles
- 4B10. Otros
- 5D. Humedales
- 5E1. Asentamientos que permanecen como tales
- 5F1. Otras tierras que permanecen como tales
- 5G. Otros (Productos de madera recolectada)

Las categorías no estimadas (NE) por falta de una metodología pertinente son:

- 2D1. Industrias del papel y de la pulpa de papel
- 2D2. Alimentos y bebidas

La categoría 1A5b. Móviles se ha declarado como confidencial (C) debido a que, según el equipo sectorial de energía, no se dispone de información por contener aspectos confidenciales de las fuerzas armadas. Además, la categoría Fijación biológica del N se ha excluido como fuente directa de N₂O dada la falta de pruebas de emisiones significativas causadas por el proceso de fijación en sí (Rochette y Janzen, 2005 c.p IPCC, 2006).

Respecto a los depósitos de carbono del sector UTCUTS, en el presente ejercicio se incluyó la biomasa viva (aérea y subterránea) y parte de la biomasa muerta, lo que significó un avance relevante respecto de la serie anterior (1984/2006), que solo incluyó la biomasa aérea viva. Los depósitos correspondientes a hojarasca y materia orgánica del suelo (MOS) no fueron incluidos por falta de datos de actividad.

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y de las GL2006, las emisiones de GEI de bunkers marinos y aéreos internacionales, y las emisiones de CO₂ de la biomasa que es quemada con fines energéticos han sido cuantificadas y reportadas como partidas informativas, pero no han sido incluidas en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

2. TENDENCIAS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE

El presente capítulo proporciona un panorama general de las tendencias de las emisiones y absorciones de GEI del país. Mayor detalle de emisiones y absorciones de GEI a nivel sectorial podrá ser encontrado desde el capítulo 3 al capítulo 8 del presente informe.

Los Cuadro 6 y Cuadro 7 presentan los resultados por categoría de fuentes y sumideros de todos los GEI, a nivel nacional, y resultantes de la actividad humana en el año 2010. Es importante señalar que para el reporte de las emisiones y absorciones de GEI del país, a lo largo de todo el informe, se ha utilizado el gigagramo (Gg) como unidad de masa. Los números positivos representan emisiones de GEI, mientras que los negativos representan absorciones de GEI.

En el año 2010, Las emisiones brutas de CO₂ del país contabilizaron 149.540,6 Gg; las emisiones de CH₄ contabilizaron 570,2 Gg y las emisiones de N₂O contabilizaron 32,1 Gg. Mientras que las absorciones brutas de CO₂ contabilizaron los -130.055,7 Gg. Las emisiones de HFC contabilizaron 0,1 Gg de HFC-32, 0,3 Gg de HFC-125, 241,1 Gg de HFC-134a, 0,3 Gg de HFC-152a, 9,5 Gg de HFC-143a, 29,9 Gg de HFC-227ea, y 0,1 Gg de HFC-236fa. Las emisiones de PFC contabilizaron 6,1 Gg de CF₄. Emisiones de SF₆ fueron no estimadas por falta de datos de actividad.

Cuadro 6. INGEI de Chile: emisiones antropógenas por las fuentes y absorción antropógena por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI. Año 2010

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO ₂ (Gg)	Absorción de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	COVDMs (Gg)	SO ₂ (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	149.540,6	-130.055,7	570,2	32,1	1.483,6	272,1	170,8	271,4
1. Energía	65.776,0	NO	92,7	2,2	1.072,4	265,4	170,8	271,4
A. Quema de combustible (Método sectorial)	65.774,7		44,3	2,2	1.047,0	262,7	166,2	271,4
1. Industria de la energía	27.013,2		1,1	0,4	35,1	77,9	0,6	180,7
2. Industrias manufactureras y de la construcción	12.262,7		2,2	0,3	114,6	28,1	9,9	59,3
3. Transporte	20.425,1		4,7	1,0	263,8	121,3	44,3	14,7
4. Otros sectores	6.073,7		36,2	0,5	633,4	35,5	111,4	16,7
5. Otros (no especificados)	NO, C		NO, C	NO, C	NO, C	NO, C	NO, C	NO, C
B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,3		48,4		25,4	2,7	4,6	NO
1. Combustibles sólidos			1,9		NO	NO	0,8	NO
2. Petróleo y gas natural	1,3		46,5		25,4	2,7	3,7	NO
2. Procesos industriales	4.085,6	NO	2,2	3,6	NE	NE	NE	NE
A. Productos minerales	2.316,2				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	627,1		2,2	3,6	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.142,3		NO, IE	NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NE				NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Utilización de disolventes y otros productos	243,0			NO			NE	
4. Agricultura			298,1	24,4	34,2	0,9	NE,NO,NA	NO
A. Fermentación entérica			226,8					
B. Manejo del estiércol			65,4	1,0			NE	
C. Cultivo del arroz			4,9				NE	
D. Suelos agrícolas			NE	23,4			NE	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			1,0	0,0	34,2	0,9	NE	
G. Otros			NA	NA	NA	NA	NA	NA
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	79.435,6	-130.055,7	24,7	0,7	377,1	5,8	NE,NA	NE,NA
A. Tierras forestales	77.251,4	-130.030,9	24,1	0,7	369,2	5,7	NE	NE
B. Tierras de cultivo	627,1	-3,1	NA	IE,NA	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.247,0	-21,5	0,5	0,0	7,9	0,1	NE	NE
D. Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	186,9	-0,1	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	123,2	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Residuos	0,3		152,6	1,1	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA
A. Disposición de residuos sólidos			125,9		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			25,2	1,0	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	0,3		NO	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			1,5	0,1	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Partidas informativas								
Búnker internacional	3.631,9		0,2	0,1	6,2	59,2	2,4	64,4
Aviación internacional	1.336,2		0,0	0,0	1,0	2,9	0,5	0,6
Navegación internacional	2.295,7		0,2	0,1	5,3	56,3	1,9	63,8
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	21.770,4							

NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Cuadro 7. INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF₆. Año 2010

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)						PFC's (Gg)	SF ₆ (Gg)	
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa		CF ₄
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	0,12	0,32	241,06	0,27	9,52	29,91	0,11	6,14	NE, NO
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	0,12	0,32	241,06	0,27	9,52	29,91	0,11	6,14	NE, NO
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
D. Otra producción	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	0,12	0,32	241,06	0,27	9,52	29,91	0,11	6,14	NE, NO
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Partidas Informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO ₂ de la biomasa									

NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

2.1. Tendencias de las emisiones agregadas de GEI

En el año 2010, el balance de emisiones y absorciones de GEI¹⁵ de Chile contabilizó 41.698,5 GgCO₂eq (Cuadro 8 y Figura 3), mientras que las emisiones de GEI totales¹⁶ del país contabilizaron 91.575,9 GgCO₂eq, incrementándose estas últimas en un 83,5% entre los años 1990 y 2010 (Figura 3). Los principales causantes de la tendencia en el balance de GEI son el sector Energía y el sector UTCUTS. Los valores observados que escapan de la tendencia del balance son consecuencias, principalmente, de los incendios forestales (contabilizados en el sector UTCUTS). Estos temas serán tratados y explicados detalladamente en las respectivas secciones sectoriales.

Cuadro 8. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por sector, serie 1990-2010

Sector	1990	1995	2000	2005	2010
1. Energía	33.530,4	40.370,6	52.346,8	57.936,8	68.410,0
2. PI	3.108,2	4.242,5	6.399,9	7.354,7	5.543,2
3. UDOP	82,3	94,8	118,0	110,7	243,0
4. Agricultura	10.710,2	11.892,6	12.493,2	12.736,9	13.825,6
5. UTCUTS	-50.821,6	-48.743,8	-55.404,6	-44.624,2	-49.877,4
6. Residuos	2.465,5	2.685,8	3.130,0	3.866,2	3.554,1
Balance (incl. UTCUTS)	-925,0	10.542,5	19.083,4	37.381,1	41.698,5
Total (excl. UTCUTS)	49.896,6	59.286,3	74.487,9	82.005,2	91.575,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

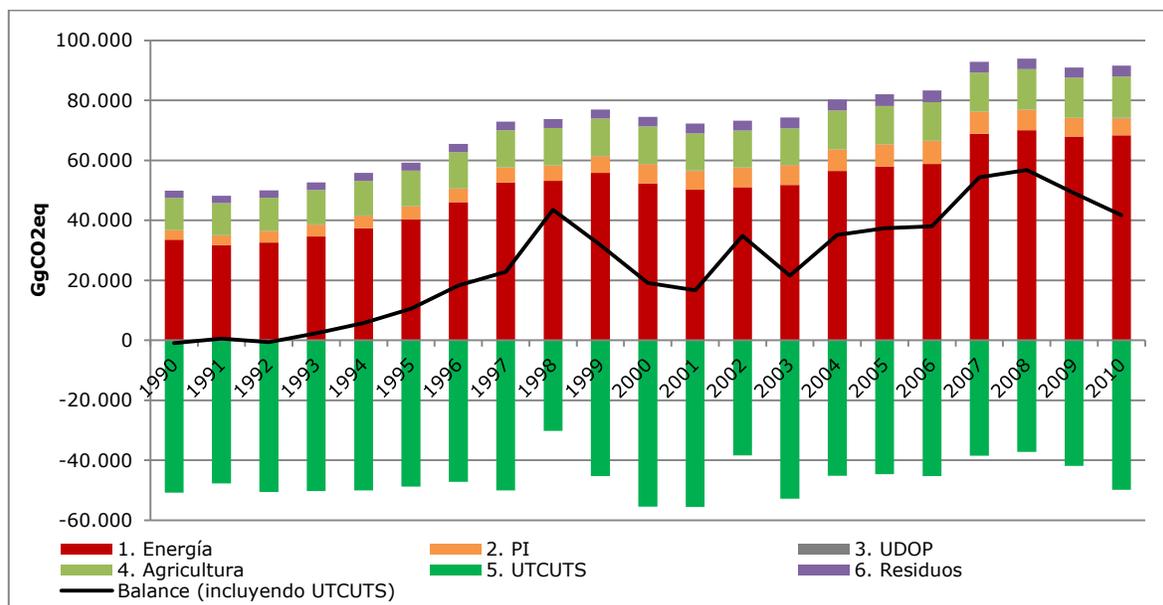


Figura 3. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector, serie 1990-2010

¹⁵ En el presente informe, el término “balance de emisiones y absorciones de GEI” o “balance de GEI” se refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq). Este término incluye al sector UTCUTS.

¹⁶ En el presente informe, el término “emisiones de GEI totales” se refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq), excluyendo el sector UTCUTS.

A nivel sectorial, el sector Energía contabiliza un 74,7% de las emisiones de GEI totales, seguido del sector Agricultura (15,1%), el sector Procesos industriales (6,1%), el sector Residuos (3,9%), y el sector UDOP (0,3%) (Figura 4).

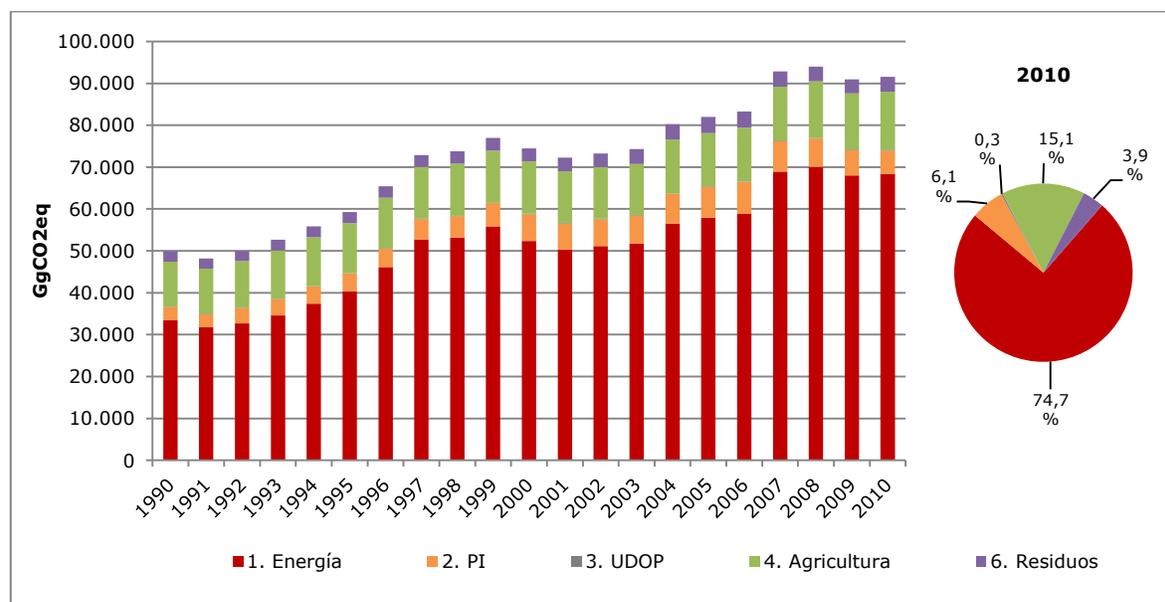


Figura 4. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI por sector (excluyendo UTCUTS), serie 1990-2010

2.2. Tendencias de las emisiones por tipo de GEI

En 2010, el principal GEI emitido por Chile fue el CO₂, contabilizando un 76,6% de las emisiones de GEI totales, lo sigue el CH₄ con un 12,5% y el N₂O con un 10,6%. Los HFCs, PFCs contabilizan colectivamente un 0,3% de las emisiones de GEI totales del país (Cuadro 9 y Figura 5). Si bien estos últimos gases son los de menor relevancia en términos absolutos, destaca el incremento de un 1.240,3% entre los años 2002 y 2010 (Figura 6).

Cuadro 9. INGEI de Chile: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por tipo de GEI y excluyendo UTCUTS, serie 1990-2010

GEI	1990	1995	2000	2005	2010
CO ₂ (incl. UTCUTS)	-17.349,9	-7.044,8	-129,9	16.336,1	19.484,9
CO ₂ (excl. UTCUTS)	33.738,5	42.052,2	55.355,5	61.529,7	70.105,0
CH ₄ (incl. UTCUTS)	10.605,4	10.802,2	11.694,8	12.604,7	11.973,6
CH ₄ (excl. UTCUTS)	10.419,3	10.555,9	11.638,4	12.207,6	11.455,9
N ₂ O (incl. UTCUTS)	5.819,6	6.785,2	7.518,4	8.340,2	9.952,5
N ₂ O (excl. UTCUTS)	5.738,8	6.678,2	7.494,0	8.167,8	9.727,7
HFC	0,0	0,0	0,0	99,3	281,3
PFC	0,0	0,0	0,0	0,7	6,1
Total (incl. UTCUTS)	-925,0	10.542,5	19.083,4	37.381,1	41.698,5
Total (excl. UTCUTS)	49.896,6	59.286,3	74.487,9	82.005,2	91.575,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

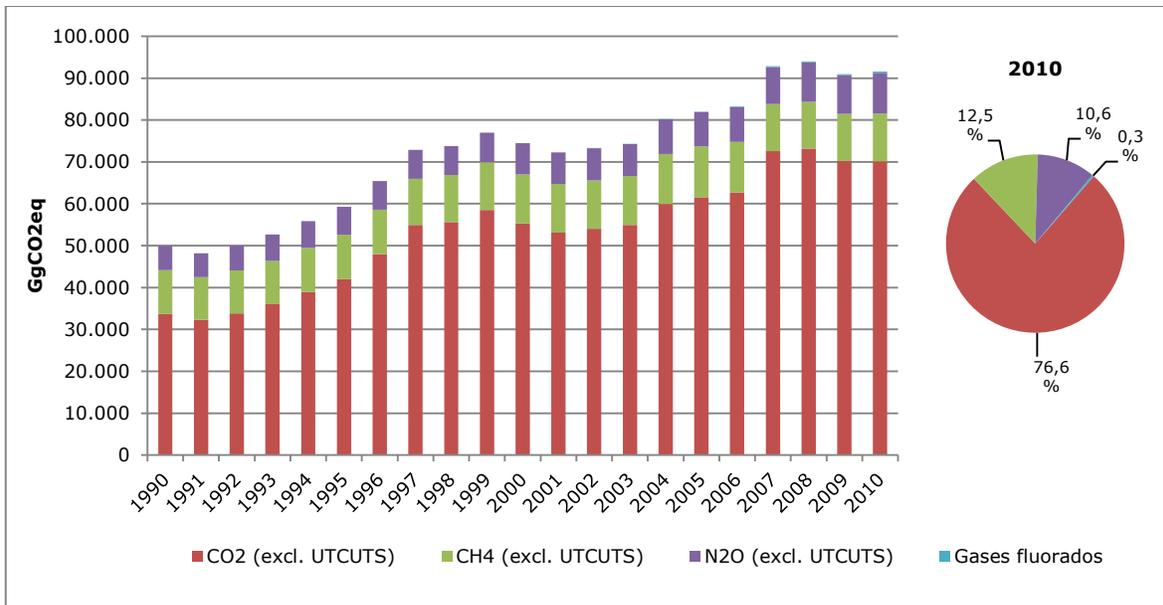


Figura 5. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de GEI por tipo de GEI y excluyendo UTCUTS, serie 1990-2010

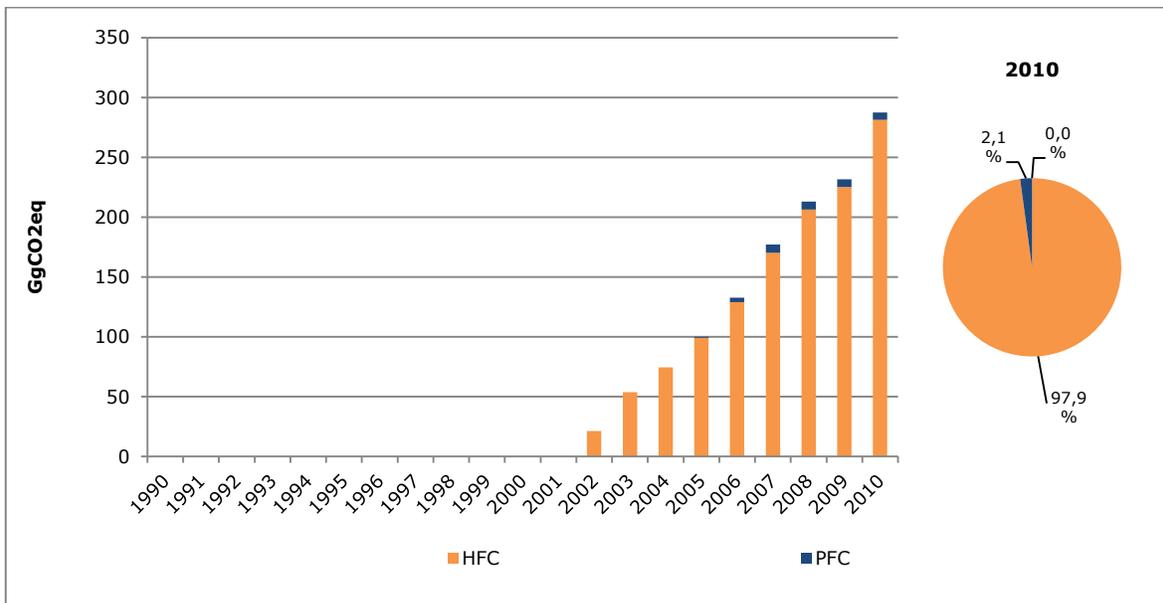


Figura 6. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones de gases fluorados por tipo de GEI y excluyendo UTCUTS, serie 1990-2010

3. SECTOR ENERGÍA (1)

3.1. Panorama general del sector

La energía, en la mayoría de los países, es generada a través de la quema de combustibles fósiles. Durante la combustión, el carbono y el hidrógeno de los combustibles fósiles se convierten en dióxido de carbono (CO₂) y en agua (H₂O), que liberan la energía química del combustible en forma de calor (IPCC, 2006). En general, se utiliza el calor directamente (o con cierta pérdida por conversión) para producir energía mecánica, muchas veces para generar electricidad o para el transporte.

El sector Energía comprende principalmente:

- La exploración y explotación de las fuentes primarias de energía,
- La conversión de las fuentes primarias de energía a fuentes secundarias en refinerías y centrales eléctricas,
- La producción, transporte y distribución de combustibles, y
- El uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles.

Las emisiones surgen de estas actividades por la quema de combustibles fósiles o también como emisiones fugitivas. En este contexto es posible clasificar las emisiones, según su fuente, las que pueden ser:

- Fuentes estacionarias,
- Fuentes móviles, y
- Fuente de emisiones fugitivas.

El sector energético de Chile está compuesto fundamentalmente por combustibles de origen fósil, que en términos de terajoules (TJ) representan el 82,6% del balance de energía primaria para el 2010, mientras que la biomasa representa el restante 17,4%. Asimismo posee una gran dependencia de combustibles importados, con 88,2% de ellos para el mismo año (MINENERGIA, 2012). Los principales combustibles usados al año 2010 son el diésel, con un 26,6% del consumo (298.574,3 TJ); leña, con un 17,3% (194.220,1 TJ); carbón, con un 14,8% (165.536,1 TJ); gas natural, con un 11,4% (127.843,2 TJ); gasolina, con un 10,9% (122.720,6 TJ); petróleo combustible, con 6,5% (72.985,0 TJ); gas licuado, con un 5,1% (57.303,1 TJ); kerosene aviación, con un 2,6% (29.288,2 TJ); y un 4,7% (52.559,4 TJ) por otros tipos de combustibles (Figura 7).

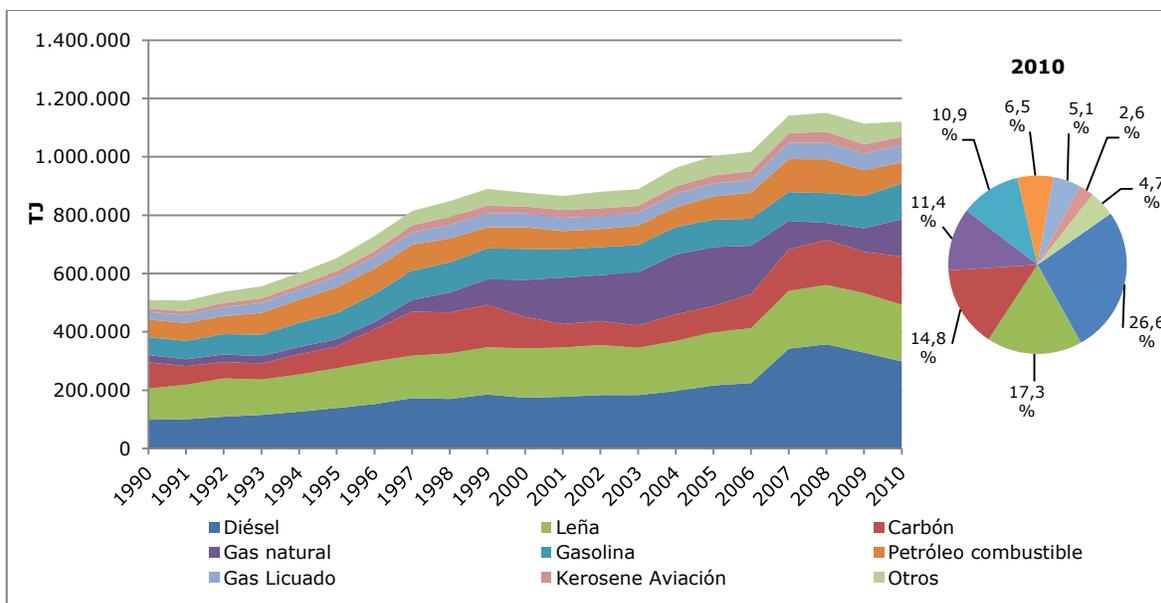


Figura 7. Sector Energía: tendencia del consumo de combustibles (TJ) por tipo de combustible, serie 1990-2010

El sector Energía es el principal sector emisor de GEI en el país, representando el 74,7% de las emisiones de GEI totales (Figura 8).

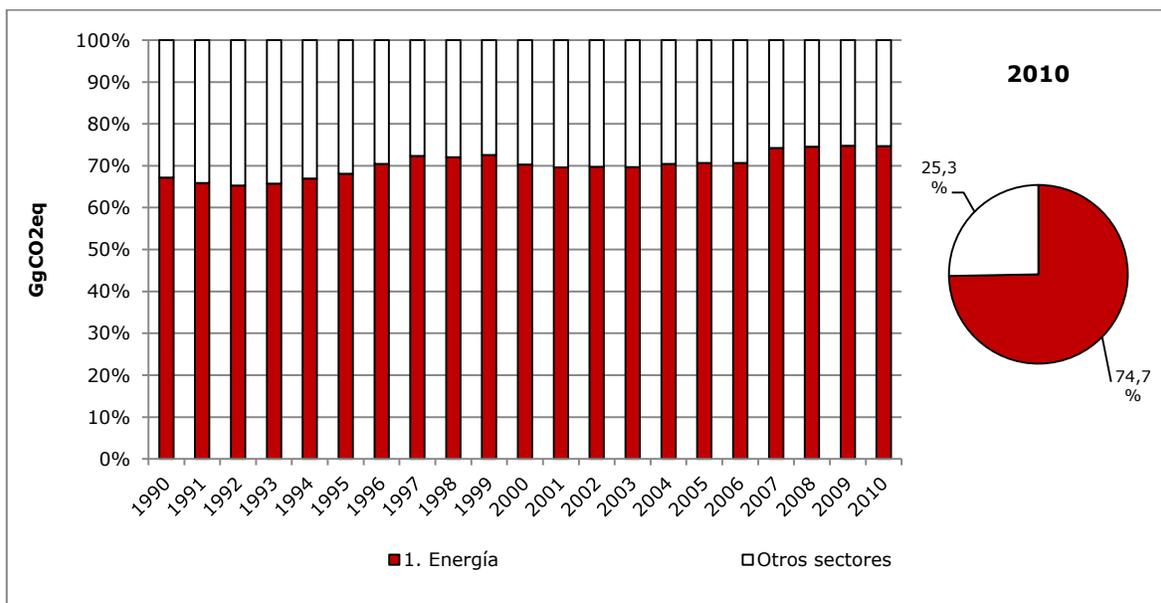


Figura 8. Sector Energía: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS)

En el año 2010, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 68.410,0 GgCO₂eq (Cuadro 10). Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 104,0%. Los principales causantes del incremento son el aumento del consumo de carbón mineral y el diésel para la generación eléctrica (una detallada explicación se encuentra en el punto 3.2.1.1. Industria de la energía), así como el consumo de combustibles líquidos del transporte terrestre (vehículos livianos

gasolineros y pesados a diésel). Las variaciones interanuales observadas en la Figura 9 entre los años 1999 y 2007 se deben a la entrada y posterior caída de la oferta de gas natural proveniente de Argentina, el cual es sustituido principalmente por carbón y diésel. Desde 2009, existe una disminución en las emisiones del sector, lo cual se debe en forma importante a la crisis económica internacional que comienza el 2008 y, en menor medida, a cambios en los combustibles de la matriz eléctrica. La disminución del año 2010 es producto del terremoto del 27 de febrero de 2010, que alcanzó una magnitud de 8,8M_w (magnitud momento), afectando por consiguiente la economía del país ese año.

A nivel de categorías, 98,5% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la categoría Quema de combustible y 1,5% corresponden a la categoría Emisiones fugitivas de combustible.

Cuadro 10. Sector Energía: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por categoría, serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
1A. Quema de combustible	31.636,3	39.231,3	51.051,6	56.688,1	67.392,1
1B. Emisiones fugitivas de combustible	1.894,1	1.139,3	1.295,2	1.248,6	1.017,9
Total	33.530,4	40.370,6	52.346,8	57.936,8	68.410,0

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

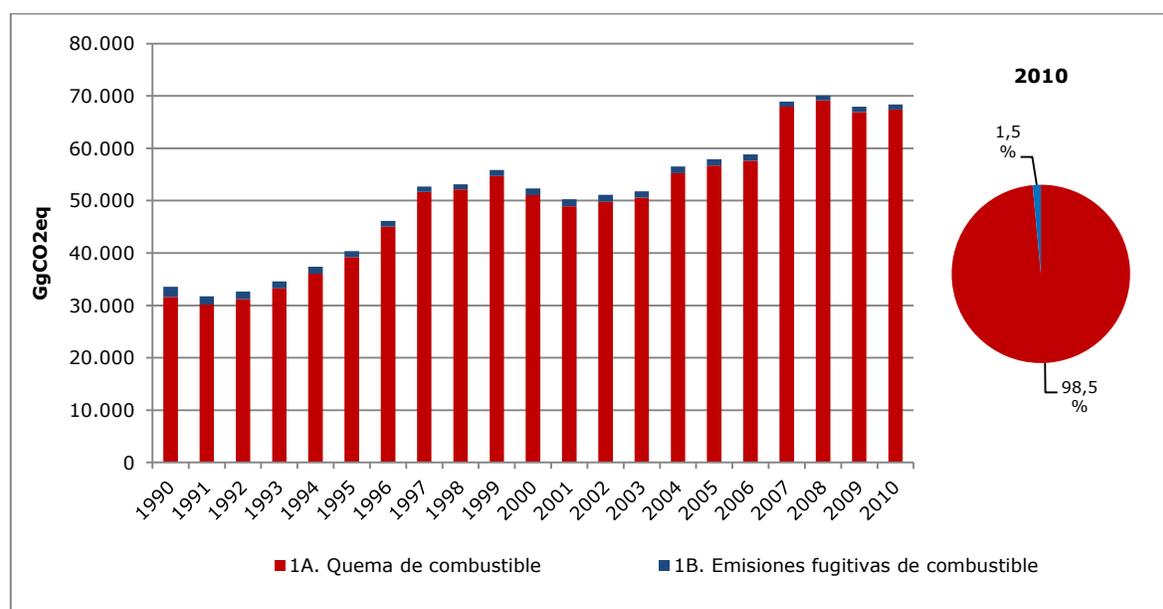


Figura 9. Sector Energía: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010

A nivel de subcategorías, la Industria de la energía (principalmente por la generación de electricidad) es la de mayor importancia a nivel nacional con un 39,7%, seguido de 30,5% de Transporte (principalmente por el transporte terrestre), 18,1% de Industrias manufactureras y de la construcción, 10,2% de Otros sectores (principalmente por el consumo de combustible fósil a nivel Residencial). La subcategoría Petróleo y gas natural contabilizó un 1,4% y Combustibles sólidos un 0,1% (Figura 10).

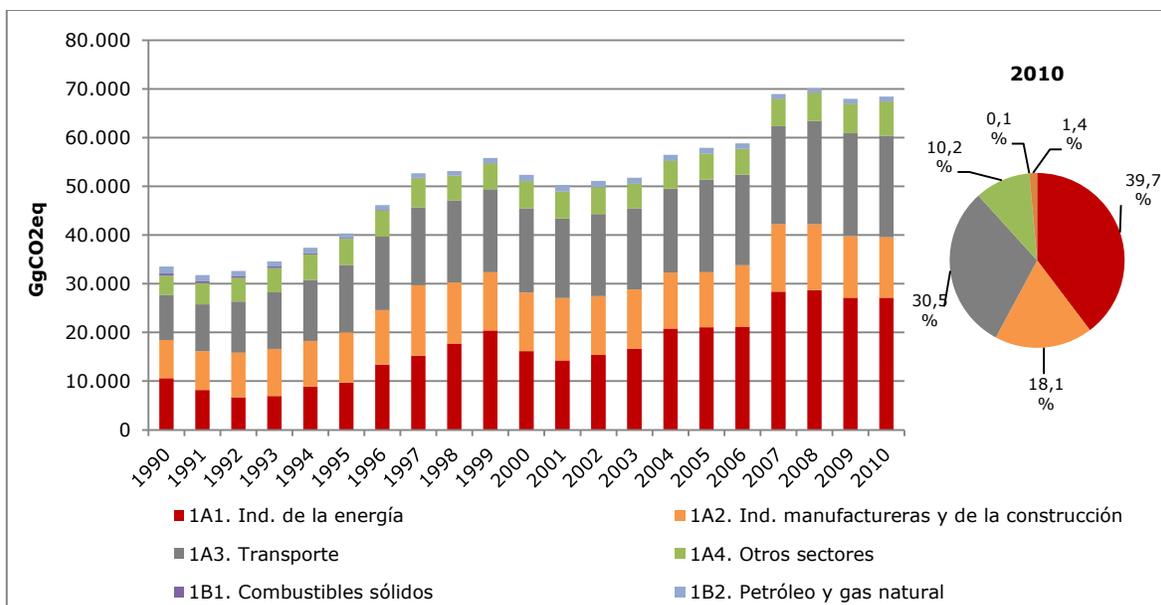


Figura 10. Sector Energía: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

En el año 2010, el principal GEI emitido por el sector fue el CO₂, contabilizando un 96,1% de las emisiones de GEI del sector. Lo sigue el CH₄ con un 2,8% y el N₂O con un 1,0% (Cuadro 11 y Figura 11).

Cuadro 11. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

GEI	1990	1995	2000	2005	2010
CO ₂	30.730,5	38.054,2	49.653,5	55.226,6	65.776,0
CH ₄	2.468,2	1.878,9	2.144,4	2.129,5	1.946,1
N ₂ O	331,7	437,5	549,0	580,7	687,9
Total	33.530,4	40.370,6	52.346,8	57.936,8	68.410,0

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

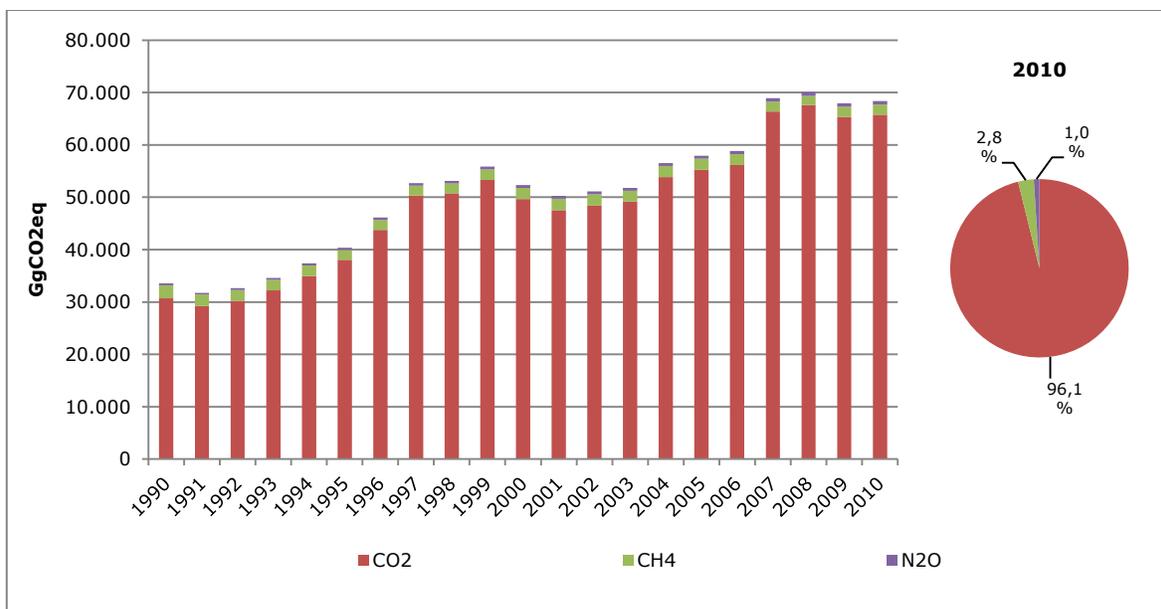


Figura 11. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

3.2. Quema de combustible (1A)

3.2.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

La categoría Quema de combustible agrupa a las emisiones de la oxidación intencional dentro de un aparato diseñado para calentar o proporcionar calor a un proceso como calor o trabajo mecánico, o bien para aplicaciones fuera del aparato.

La categoría incluye las siguientes subcategorías:

- 1A1 Industrias de la energía.
- 1A2 Industrias manufactureras y de la construcción.
- 1A3 Transporte.
- 1A4 Otros sectores.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones producidas para la generación de energía y la producción de combustible. De acuerdo al *Balance Nacional de Energía (BNE)*, la Quema de combustible en Chile se divide en 4 sectores:

- Sistema energético (Centros de transformación y Sector energético),
- Transporte,
- Industrias y minero, y
- Comercial, público y residencial.

La categoría Quema de combustibles es la principal categoría emisora de GEI del sector. En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 67.392,1 GgCO₂eq, o 98,5% dentro del sector. Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 113,0% (Cuadro 12 y Figura 12).

Cuadro 12. Quema de combustible: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
1A1. Ind. de la energía	10.609,9	9.720,2	16.157,0	21.056,2	27.153,3
1A2. Ind. manufactureras y de la construcción	7.845,4	10.296,4	12.064,2	11.327,1	12.408,7
1A3. Transporte	9.251,9	13.886,7	17.298,5	19.021,9	20.840,9
1A4. Otros sectores	3.929,1	5.328,0	5.531,9	5.282,9	6.989,3
Total	31.636,3	39.231,3	51.051,6	56.688,1	67.392,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

A nivel de subcategorías, la Industria de la energía es la de mayor importancia con un 40,3%, seguido de 30,9% de Transporte, 18,4% de Industrias manufactureras y de la construcción y un 10,4% de Otros sectores (Figura 12).

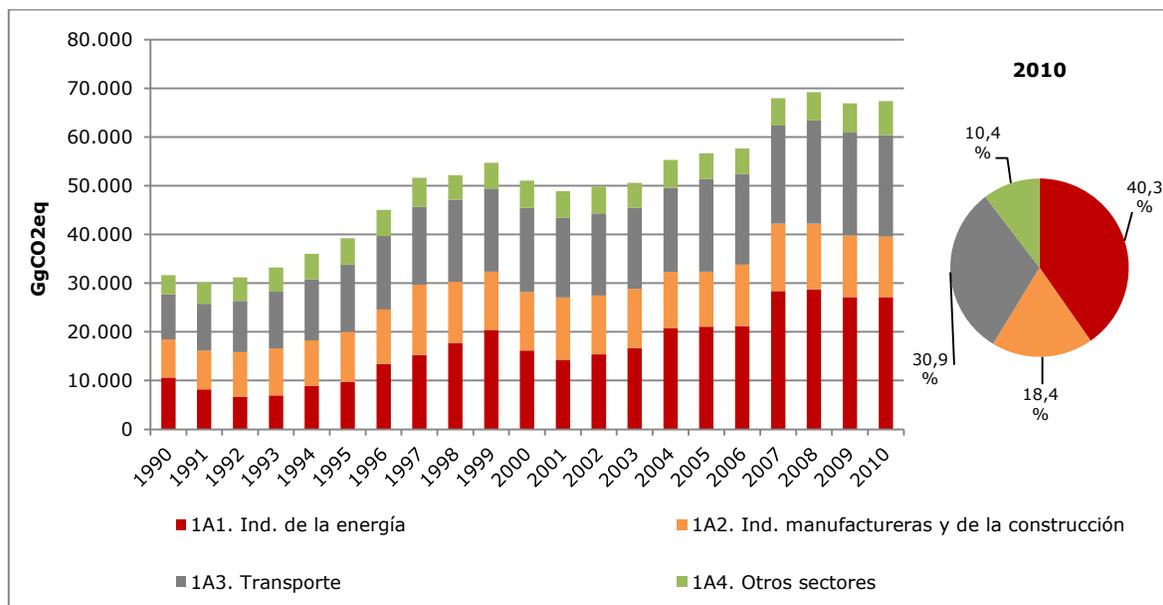


Figura 12. Quema de combustible: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

A nivel de tipo de combustible, los combustibles líquidos son los de mayor importancia con un 60,1%, seguido de 27,7% de combustibles sólidos, 10,7% de combustibles gaseosos y un 1,5% de biomasa (Figura 13).

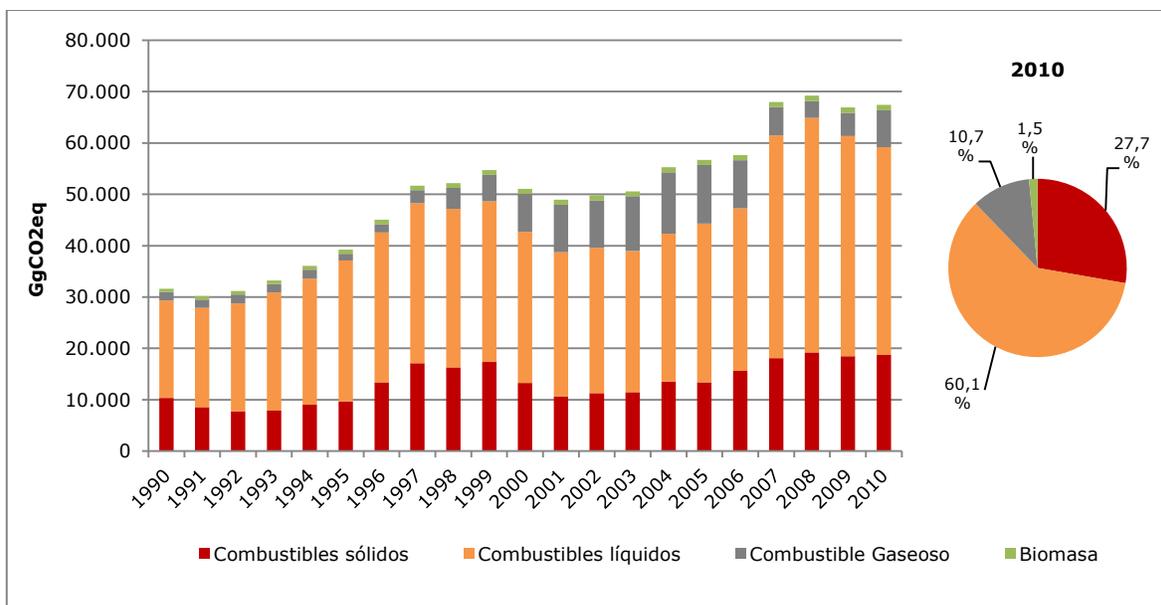


Figura 13. Quema de combustible: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por tipo de combustible, serie 1990-2010

3.2.1.1. Industria de la energía (1A1)

Esta subcategoría considera las emisiones de los combustibles quemados por la extracción de combustibles o por las industrias de producción energética. Sus componentes son:

- 1A1a Producción de electricidad y calor como actividad principal.
- 1A1b Refinación del petróleo.
- 1A1c Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de las energéticas.

En este contexto, las emisiones nacionales de esta subcategoría incluyen:

- Toda la producción de electricidad tanto de las generadoras de servicio público y de autoprodutores,
- El funcionamiento de la refinería del petróleo, segregando la cantidad de combustible quemado del combustible transformado (combustible sin fines energéticos),
- El consumo energético de las industrias manufactureras de combustibles sólidos, y
- Las emisiones provenientes de las combustiones involucradas en la formación de metanol a partir de gas natural.

La subcategoría Industria de la energía es la principal emisora de GEI dentro de la categoría y, a su vez, dentro del sector Energía. En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 27.153,3 GgCO₂eq, o 40,3% dentro de la categoría. Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 155,9% (Cuadro 13).

Cuadro 13. Industria de la energía: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
1A1a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	8.298,1	7.426,0	13.796,1	16.747,7	24.811,4
1A1b. Refinación del petróleo	1.925,7	1.863,2	1.630,5	2.827,6	1.552,1
1A1c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	386,1	431,0	730,4	1.480,9	789,8
Total	10.609,9	9.720,2	16.157,0	21.056,2	27.153,3

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

A nivel de componente, la Producción de electricidad y calor como actividad principal es la de mayor importancia con un 91,4%, seguido de 5,7% de Refinación del petróleo y un 2,9% de Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía (Figura 14).

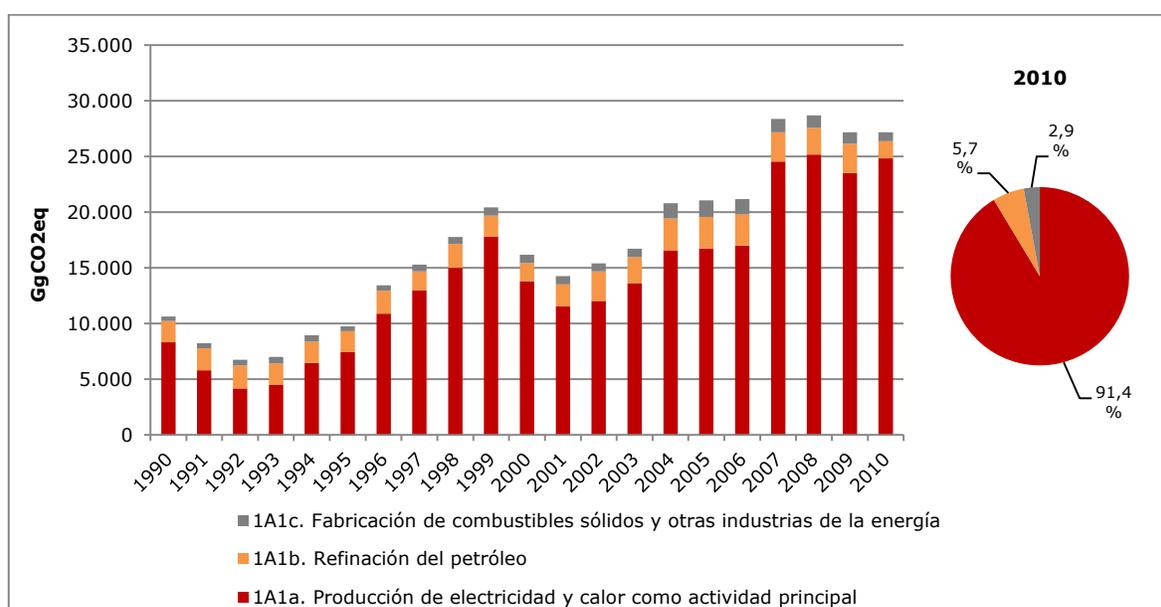


Figura 14. Industria de la energía: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010

A nivel de tipo de combustible, el carbón es el de mayor importancia con un 59,6%, seguido de 16,7% del gas natural, 16,0% de diésel y un 4,2% de Coque. El restante 3,5% es debido a otros combustibles (Cuadro 14 y Figura 15).

Cuadro 14. Producción de electricidad y calor como actividad principal: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por combustible, serie 1990-2010

Combustible	1990	1995	2000	2005	2010
Carbón	6.568,2	5.538,7	8.292,1	6.830,1	14.794,1
Gas natural	147,1	174,6	3.885,8	6.374,9	4.143,5
Diésel	588,2	211,4	456,9	731,6	3.965,5
Coque	0,0	0,0	620,9	2.334,6	1.050,9
Otros	994,7	1.501,3	540,4	476,4	857,3
Total	8.298,1	7.426,0	13.796,1	16.747,7	24.811,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

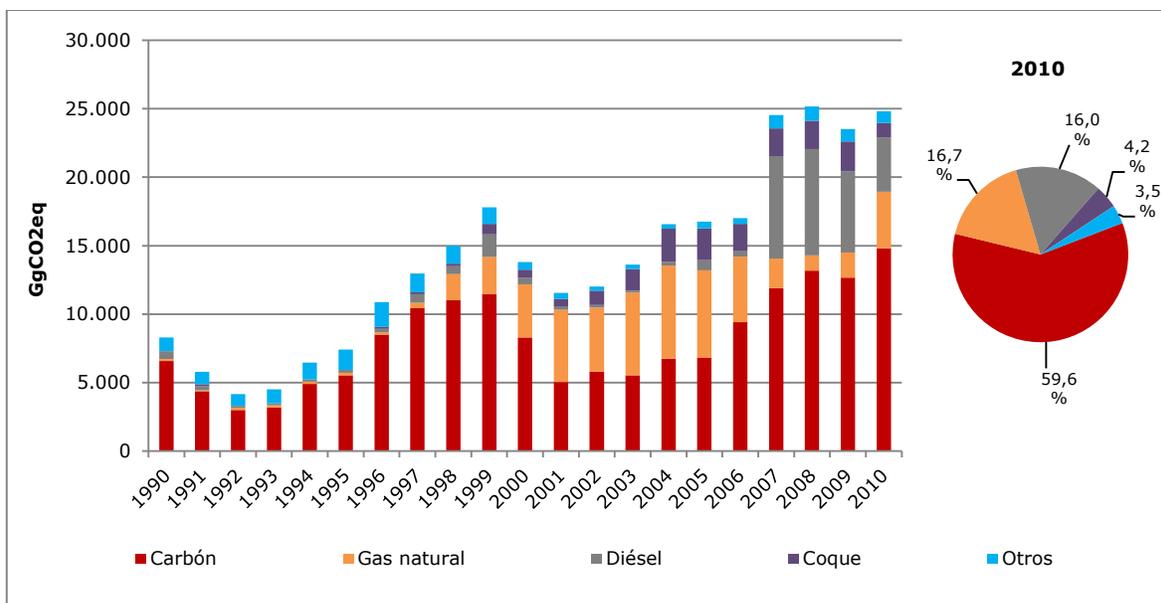


Figura 15. Producción de electricidad y calor como actividad principal: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por combustible, serie 1990-2010

La Figura 16 presenta las curvas de generación eléctrica (GWh) producida por las principales fuentes energéticas del país: hidráulica, carbón, gas natural, diésel, biomasa, eólica, y otras fuentes versus las emisiones de la subcategoría Producción de electricidad y calor como actividad principal. Los máximos de emisión se presentan cuando decrece la generación por fuente hidráulica y aumenta el consumo de diésel y especialmente carbón, como se observa en los años 1999 y 2008. La situación contraria ocurre en los períodos 1990-1992 y 2005-2006, donde se ve el aumento de la fuente hidráulica y una disminución en la tendencia de aumento de las emisiones de la subcategoría. Además, cabe destacar la influencia que tiene el uso del gas natural en las emisiones de GEI. En el período 1990-2005 se aprecia como disminuyen las emisiones de GEI debido al aumento del consumo de gas natural producido por la entrada de una gran oferta de este combustible desde Argentina, desplazando el consumo de carbón y diésel. Asimismo, desde el año 2007 se aprecia cómo el corte del suministro de gas natural, acompañado de una menor oferta hídrica producto de sequías que afectan al país, produce un aumento en el consumo de diésel y carbón, aumentando las emisiones de GEI y retomando la tendencia creciente presentada entre los años 1990-1998.

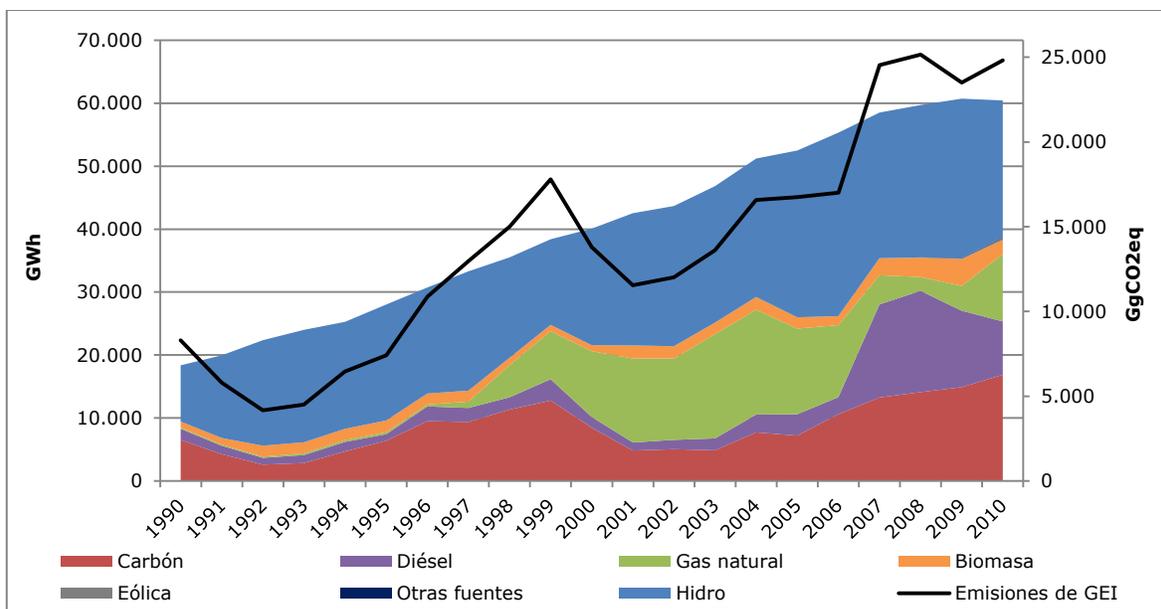


Figura 16. Producción de electricidad y calor como actividad principal: tendencia de la generación eléctrica por tipo de fuente y de las emisiones de GEI, serie 1990-2010

3.2.1.2. Industrias manufactureras y de la construcción (1A2)

Esta subcategoría considera las emisiones por la quema de combustibles en la industria. Incluye asimismo la quema para la generación de electricidad y calor para el uso propio en estas industrias. Sus componentes son:

- 1A2a Hierro y acero.
- 1A2b Metales no ferrosos.
- 1A2c Productos químicos.
- 1A2d Pulpa, papel e imprenta.
- 1A2e Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco.
- 1A2f Otras industrias.

Bajo este contexto, las emisiones nacionales de esta subcategoría incluyen:

- Industrias y fundiciones de hierro y acero,
- La fabricación de sustancias químicas y productos químicos, principalmente industria petroquímica,
- La fabricación de papel y celulosa,
- Industrias dedicadas a la elaboración de productos alimenticios, bebidas y productos de tabaco,
- Fabricación de otros minerales no metálicos, principalmente cemento,
- Extracción de minerales metalíferos y explotación de otras minas y canteras, considerando el cobre, salitre, hierro y otras minas. Cabe destacar que no se considera la minería para la extracción de combustibles como el carbón, contabilizados en la categoría 1B, y
- Industrias no especificadas, es decir, industrias “no incluidas” en la clasificación anterior.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 12.408,7 GgCO₂eq, o 18,4% dentro de la categoría. Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 58,2% (Cuadro 15). El principal causante del aumento es la pujante minería del cobre. Las variaciones interanuales observadas en la subcategoría se deben principalmente al aumento abrupto del consumo de carbón para la componente Industria no especificada en el año 1997 (Figura 17).

Cuadro 15. Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
1A2a. Hierro y acero	1.488,5	1.721,3	1.967,0	1.451,9	586,0
1A2c. Productos químicos	2,7	22,8	28,5	34,6	938,3
1A2d. Pulpa, papel e imprenta	282,6	524,6	741,9	670,5	609,5
1A2e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	329,1	434,9	445,0	380,5	250,6
1A2f. Otras industrias (Minerales no metálicos)	537,2	942,1	745,7	866,8	947,3
1A2f. Otras industrias (Minería y cantería)	2.554,1	2.095,4	4.231,0	4.258,9	6.128,4
1A2f. Otras industrias (Industria no especificada)	2.651,2	4.555,3	3.905,1	3.663,8	2.948,6
Total	7.845,4	10.296,4	12.064,2	11.327,1	12.408,7

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

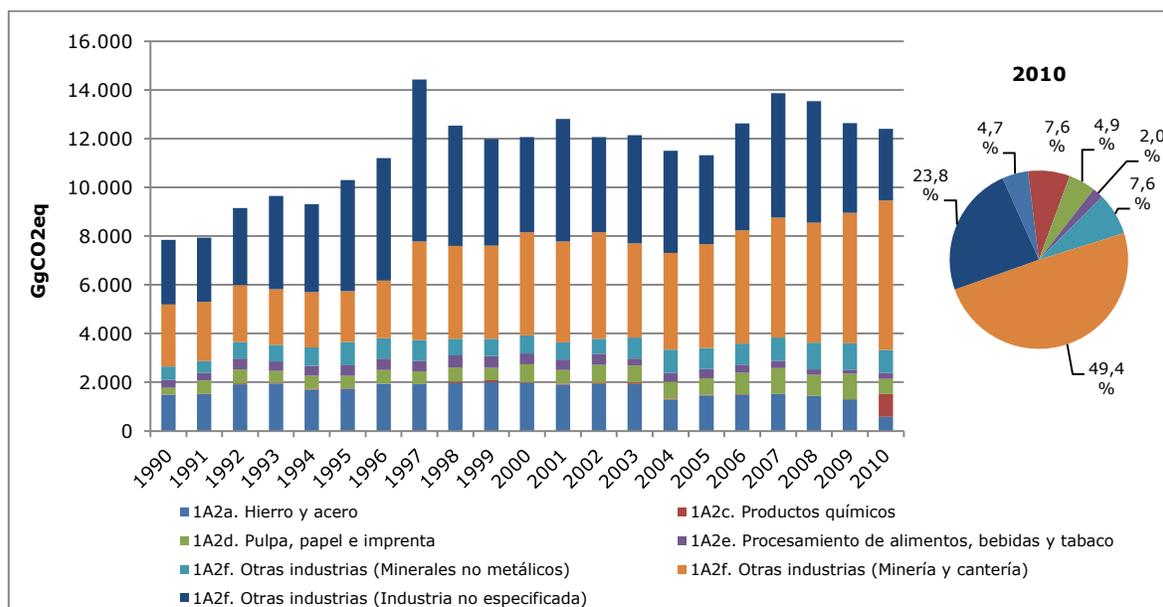


Figura 17. Industrias manufactureras y de la construcción: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010

A nivel de componente, la Minería y cantería es la de mayor importancia con un 49,4%, seguido de 23,8% de Industria no especificada, 7,6% de Minerales no metálicos, 7,6% de Productos químicos. Pulpa, papel e imprenta contabilizó un 4,9% y Hierro y acero un 4,7%. El restante 2,0% es debido a Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco (Cuadro 16 y Figura 18).

Para la componente Minería y cantería, el cobre es la minería de mayor importancia con un 58,1%, seguido de 33,1% de Otras minas, 4,7% de Hierro y un 4,1% de Salitre. Es importante mencionar que Otras minas no presentan valores entre los años 1990 y 1996 debido a que su consumo se sumó al de Industrias varias hasta ese año, presentándose en forma agregada en 1A2f. Otras industrias (Industria no especificada).

Cuadro 16. Minería y cantería: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
Cobre	2.117,6	1.668,3	2.315,3	2.553,4	3.557,7
Otras Minas	0,0	0,0	1.297,3	1.154,7	2.030,6
Salitre	207,6	208,7	303,1	298,6	252,1
Hierro	229,0	218,5	315,3	252,3	288,0
Total	2.554,1	2.095,4	4.231,0	4.258,9	6.128,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

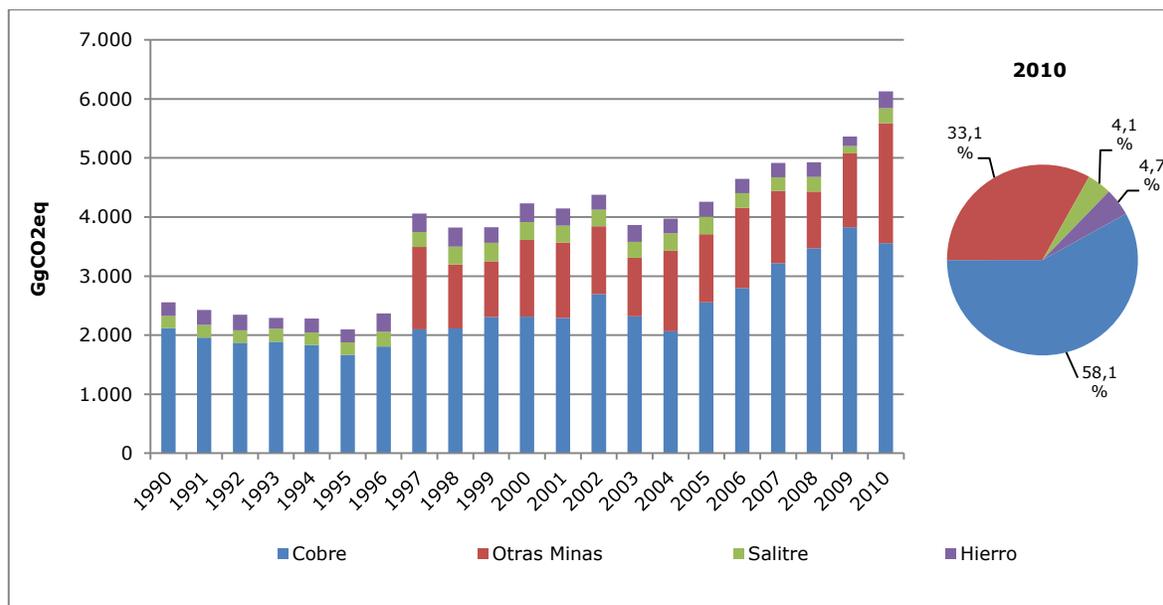


Figura 18. Minería y cantería: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010

3.2.1.3. Transporte (1A3)

Dentro de la subcategoría Transporte, se consideran todas las emisiones provenientes de la quema de combustibles de todas las actividades de transporte, excluyéndose el transporte militar. Las emisiones de transporte internacional se reportan por separado. Sus componentes son:

- 1A3a Aviación nacional.
- 1A3b Transporte terrestre.
- 1A3c Ferrocarriles.
- 1A3d Navegación nacional.
- 1A3e Otro tipo de transporte.

Bajo este contexto, las emisiones nacionales de esta subcategoría incluyen:

- aviación civil de cabotaje,
- uso de combustible en vehículos terrestres sobre carretera pavimentada, incluyendo automóviles, motocicletas y camiones para servicio pesado y autobuses,
- ferrocarriles, tanto de pasajeros como de carga, y

- navegación marítima y fluvial, excluyendo naves pesqueras, las que se informan en la subcategoría Otros sectores.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 20.480,9 GgCO₂eq, o 30,9% dentro de la categoría. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 125,3% (Cuadro 17). El principal causante del aumento es el sostenido crecimiento del parque automotor nacional.

A nivel de componente, el Transporte terrestre es la de mayor importancia con un 93,4%, seguido de 3,8% de Aviación nacional, 2,1% de Navegación nacional y un 0,7% de Ferrocarriles (Figura 19).

Cuadro 17. Transporte: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
1A3a. Aviación nacional	567,9	657,8	682,9	948,5	789,8
1A3b. Transporte terrestre	7.739,0	12.029,2	15.472,5	16.256,7	19.463,5
1A3c. Ferrocarriles	64,5	41,6	64,1	53,6	153,2
1A3d. Navegación nacional	880,5	1.158,0	1.078,9	1.763,2	434,4
Total	9.251,9	13.886,7	17.298,5	19.021,9	20.840,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

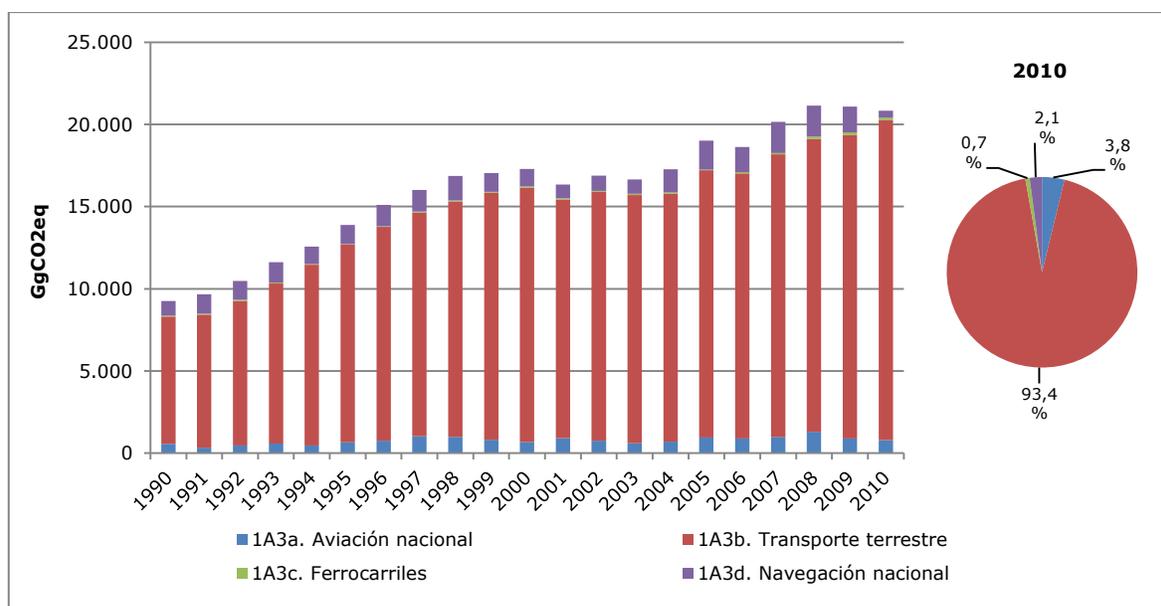


Figura 19. Transporte: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010

A nivel del Transporte terrestre por tipo de combustible, el diésel es el de mayor importancia con un 53,7%, seguido de 44,7% de Gasolina y un 1,6% de otros combustibles (Cuadro 18 y Figura 20).

Cuadro 18. Transporte terrestre: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por combustible, serie 1990-2010

Combustible	1990	1995	2000	2005	2010
Diésel	3.379,8	5.661,7	7.926,3	9.489,4	10.444,6
Gasolina	4.345,5	6.352,1	7.526,9	6.645,8	8.705,3
Otros	13,8	15,3	19,3	121,5	313,5
Total	7.739,0	12.029,2	15.472,5	16.256,7	19.463,5

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

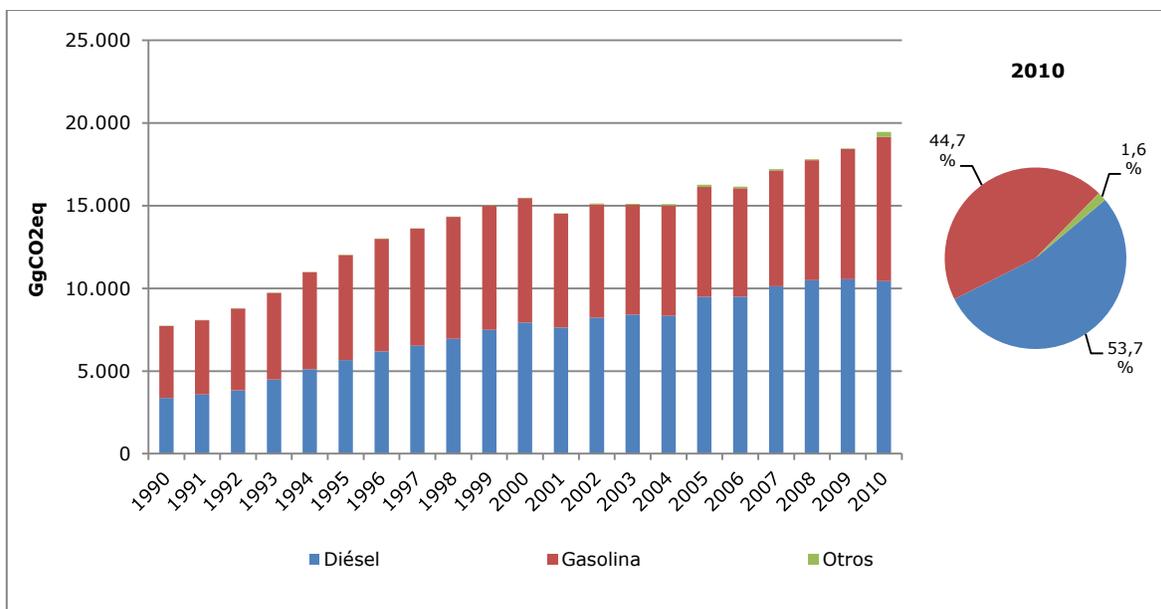


Figura 20. Transporte terrestre: tendencia de las emisiones de GEI por combustible, serie 1990-2010

3.2.1.4. Otros sectores (1A4)

Esta subcategoría considera las emisiones de la actividad de quema en edificios comerciales e institucionales, todas las emisiones por la quema de combustibles en hogares y emisiones de la combustión de combustibles usados en agricultura, silvicultura, pesca e industria pesquera. Sus componentes son:

- 1A4a Comercial / Institucional.
- 1A4b Residencial.
- 1A4c Agricultura / Silvicultura / Pesca.

Bajo este contexto, las emisiones nacionales de esta subcategoría incluyen:

- Actividad de quema de combustible en edificios comerciales e institucionales,
- Actividad de quema de combustible en hogares, y
- Actividad de quema de combustible usado en pesca.

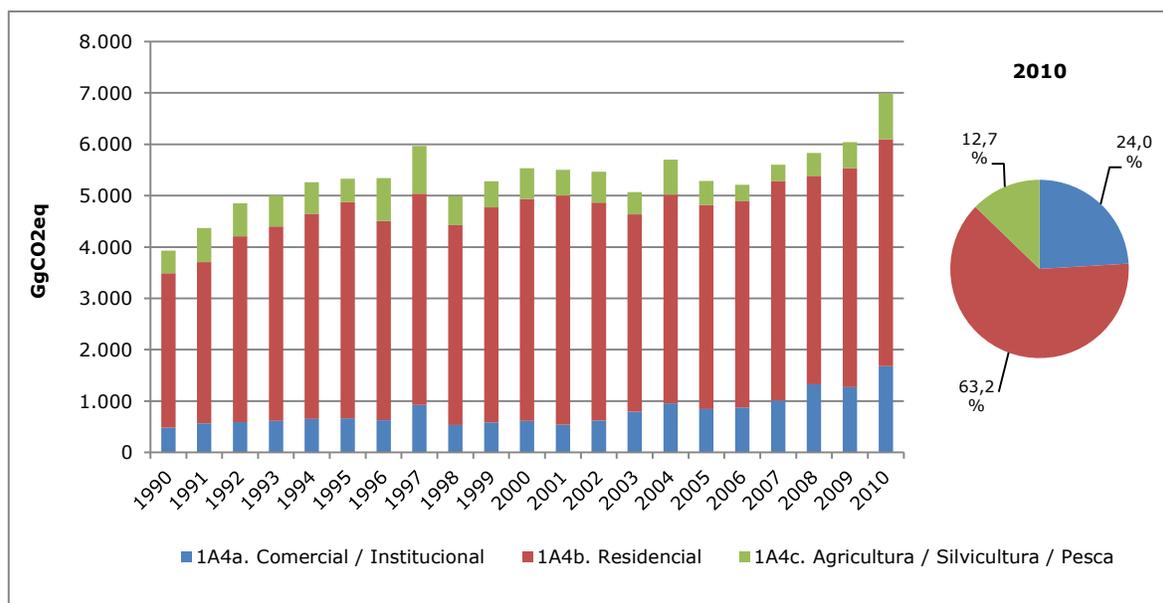
En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 6.989,3 GgCO₂eq, o 10,4% dentro de la categoría. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 77,9% (Cuadro 19). El principal causante del aumento es el crecimiento sostenido del uso de gas licuado y gas natural en el sector residencial.

A nivel de componente, la subcategoría Residencial es la de mayor importancia con un 63,2%, seguido de 24,0% de Comercial / Institucional y un 12,7% de Agricultura / Silvicultura / Pesca (Figura 21).

Cuadro 19. Otros sectores: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
1A4a. Comercial / Institucional	486,7	664,5	612,4	841,6	1.680,6
1A4b. Residencial	3.004,1	4.210,6	4.322,8	3.973,0	4.417,6
1A4c. Agricultura / Silvicultura / Pesca	438,2	452,9	596,7	468,3	891,1
Total	3.929,1	5.328,0	5.531,9	5.282,9	6.989,3

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

**Figura 21. Otros sectores: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010**

A nivel Residencial por tipo de combustible, el gas licuado es el de mayor importancia con un 50,8%, seguido de 20,9% de gas natural, 20,2% de biomasa, 7,6% de kerosene y un 0,5% de otros combustibles (Cuadro 20 y Figura 22).

Cuadro 20. Residencial: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por combustible, serie 1990-2010

Combustible	1990	1995	2000	2005	2010
Gas licuado	1.271,9	1.803,3	2.312,0	2.054,4	2.244,5
Gas natural	304,8	0,0	570,7	813,1	922,0
Biomasa	488,1	628,8	837,6	871,7	893,7
Kerosene	355,0	580,0	493,7	178,9	335,5
Otros	584,1	1.198,5	108,8	54,8	21,9
Total	3.004,1	4.210,6	4.322,8	3.973,0	4.417,6

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

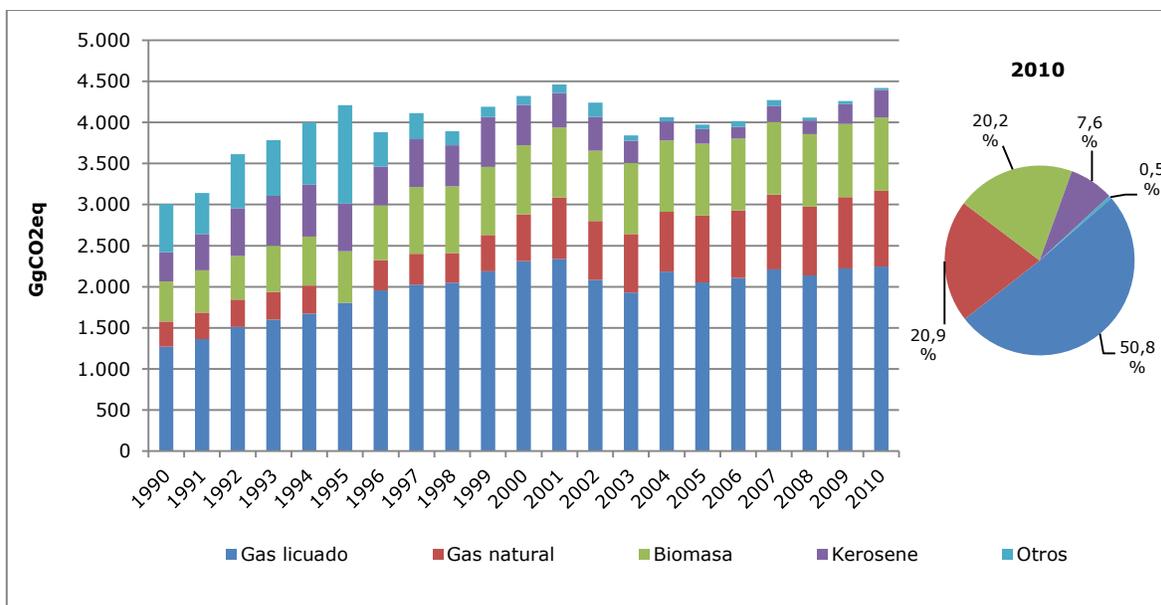


Figura 22. Residencial: tendencia de las emisiones de GEI por combustible, serie 1990-2010

3.2.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Quema de combustible, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 21. Quema de combustible: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
A. Quema de combustible	T1	D	T1	D	T1	D
1. Industria de la energía	T1	D	T1	D	T1	D
a. Producción de electricidad y calor	T1	D	T1	D	T1	D
b. Refinación del petróleo	T1	D	T1	D	T1	D
c. Manufactura de comb. sólidos y otras ind. de la energía	T1	D	T1	D	T1	D
2. Industrias manufactureras y construcción	T1	D	T1	D	T1	D
a. Hierro y acero	T1	D	T1	D	T1	D
b. Metales no ferrosos	NE	D	NE	D	NE	D
c. Sustancias químicas	T1	D	T1	D	T1	D
d. Pulpa, papel e imprenta	T1	D	T1	D	T1	D
e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	T1	D	T1	D	T1	D
f. Otros	T1	D	T1	D	T1	D
Minerales no metálicos	T1	D	T1	D	T1	D
Minería (con excepción de combustibles) y cantería	T1	D	T1	D	T1	D
Industria no especificada	T1	D	T1	D	T1	D
3. Transporte	T1	D	T1	D	T1	D
a. Aviación nacional	T1	D	T1	D	T1	D
b. Por carretera	T1	D	T1	D	T1	D
c. Ferrocarriles	T1	D	T1	D	T1	D
d. Navegación nacional	T1	D	T1	D	T1	D
e. Otro transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Otros sectores	T1	D	T1	D	T1	D
a. Comercial/Institucional	T1	D	T1	D	T1	D
b. Residencial	T1	D	T1	D	T1	D
c. Agricultura/silvicultura/Pesca	T1	D	T1	D	T1	D
5. Otros	NO, C	D	NO, C	D	NO, C	D
a. Estacionario	NO	D	NO	D	NO	D
b. Móvil	C	D	C	D	C	D

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto; NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Es importante notar que, dado que los FE de las GL2006 requieren que los datos de actividad se presenten en terajoules (TJ) en base al poder calorífico inferior (PCI) de los combustibles, es que los valores reportados en el BNE -que resume la información relativa a producción, importación, exportación, transformación y consumo de energía- expresados en teracalorías (Tcal) en base al poder calorífico superior de los combustibles (PCS), debieron ser convertidos de acuerdo a la siguiente relación:

$$TJ_i = Tcal_i \times \text{Factor } PCI_i \times 4,1868$$

Donde:

- TJ_i = consumo del combustible i expresado en terajoules
- $Tcal_i$ = consumo del combustible i expresado en teracalorías
- $\text{Factor } PCI_i$ = factor que convierte el PCS en PCI_i para el combustible i

Las emisiones de GEI se suelen calcular como una relación entre el consumo de combustible y un factor de emisión diferenciado por el tipo de combustible y tipo de GEI. En general, la ecuación es la siguiente:

$$\text{Emisión}_{GEI} = \text{Consumo combustible}_{\text{tipo combustible}} \times \text{Factor de emisión}_{GEI, \text{tipo de combustible}}$$

La estimación de las emisiones se realizó usando un método de Nivel (o Tier) 1, el nivel más básico estipulado por las GL2006, para todos los GEI correspondientes. Esto se debe a que no se cuenta con la información necesaria para la elaboración de factores de emisión país específico, necesarios para pasar a un método Nivel 2.

3.2.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La principal fuente de datos para la categoría Quema de combustibles es el *Balance Nacional de Energía* (BNE), que concentra los consumos energéticos del país (ver datos paramétricos en Anexo 2b). El BNE fue elaborado por la Comisión Nacional de Energía (CNE) durante los años 1960 al 2009. En el 2010 pasó a manos directas del Ministerio de Energía (<http://www.minenergia.cl/documentos/balance-energetico.html>).

Para la estimación de las emisiones de SO_2 se usó información disponible en el *Informe estadístico* de la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC), que provee el consumo regional de hidrocarburos y el contenido de azufre diferenciado de los mismos.

Adicionalmente, se utilizó información entregada por el Servicio Nacional de Aduanas para la diferenciación de los datos de actividad de la aviación nacional e internacional y navegación marítima nacional e internacional. Esta información es necesaria, puesto que en el BNE los consumos de aviación y navegación marítima se entregan sin diferenciar el origen y destino del transporte.

3.2.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión empleados para el cálculo de las emisiones de GEI de la categoría Quema de combustibles fueron por defecto de acuerdo a las GL2006 para todas las subcategorías incluidas y para todos los GEI estimados.

3.3. Emisiones fugitivas de combustible (1B)

3.3.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

En el contexto nacional, las actividades que se consideran dentro de esta categoría son, en el caso de los combustibles sólidos, minería y postminería del carbón, tanto para minas subterráneas como superficiales. Para el petróleo se consideran las emisiones fugitivas producto del venteo, la producción y refinación (cuando son procesos integrados); el transporte de crudo y la refinación para la generación de productos finales refinados. En el caso del gas natural se consideran las emisiones del venteo, la producción, el procesamiento, la transmisión, almacenamiento y distribución.

La categoría Emisiones fugitivas de combustible incluye todas las emisiones intencionales o no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles al punto de uso final.

Bajo este contexto se consideran las siguientes subcategorías:

- Combustibles sólidos (1B1): incluye todas las emisiones intencionales y no intencionales emanadas de la extracción, el procesamiento, almacenamiento y transporte de combustibles sólidos al punto de uso final, y
- Petróleo y gas natural (1B2): comprende las emisiones fugitivas provenientes de todas las actividades de petróleo y gas natural. Las fuentes primarias de estas emisiones pueden incluir las fugas de equipos, pérdidas por evaporación, el venteo, la quema y las emisiones accidentales.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 1.017,9 GgCO₂eq, o 1,5% dentro del sector (Cuadro 22). Desde 1990, las emisiones fugitivas de GEI han decrecido en un 46,3%. Los principales causantes de la disminución son la reducción de la producción de carbón de minería subterránea y superficial, y la caída de la oferta de gas natural desde la Argentina. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 23 se deben principalmente a cambios en la oferta del gas natural.

A nivel de subcategorías, el Petróleo y gas natural es la subcategoría de mayor importancia con un 96,1%, seguido de Combustibles con un 3,9% restante.

Cuadro 22. Emisiones fugitivas de combustible: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
1B1. Combustibles sólidos	481,5	163,0	74,2	50,7	40,0
1B2. Petróleo y gas natural	1.412,7	976,3	1.221,0	1.198,0	977,9
Total	1.894,1	1.139,3	1.295,2	1.248,6	1.017,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

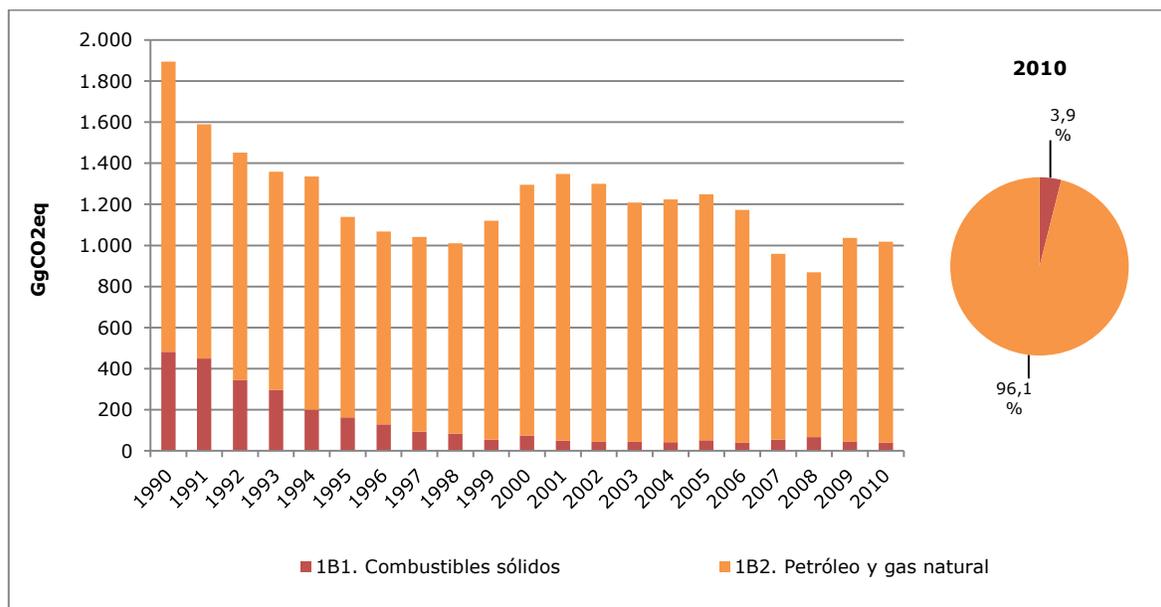


Figura 23. Emisiones fugitivas de combustible: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

3.3.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Emisiones fugitivas del combustible, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 23. Emisiones fugitivas del combustible: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
B. Emisiones fugitivas de combustible	T1	D	T1	D		
1. Combustible sólido			T1	D		
a. Extracción y manipulación de carbón			T1	D		
b. Transformación de combustible sólido			NO	NO		
c. Otro						
2. Petróleo y gas natural	T1	D	T1	D		
a. Petróleo	T1	D	T1	D		
b. Gas natural	T1	D	T1	D		
c. Venteo y quema en antorcha	T1	D	T1	D		
d. Otro	NA	NA	NA	NA		

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto; NA = No aplica; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

La estimación de emisiones se realiza de manera similar a la relación empleada en la categoría Quema de combustible. Se relacionan las emisiones con un dato de actividad (en este caso puede ser producción de combustible, combustible procesado, etc.) con el factor de emisión respectivo.

Para la estimación de emisiones de la categoría Emisiones fugitivas de combustible se empleó un método de Nivel 1, de acuerdo a las GL2006.

3.3.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La fuente de datos de actividad para la subcategoría Combustibles sólidos fue el *Anuario estadístico del cobre y otros minerales*, elaborado por la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO). Este anuario informa una serie de tiempo de 20 años, por lo que se consultaron las series 1990-2009 y 1991-2010. (<http://www.cochilco.cl/estadisticas/anuario.asp>).

Como fuente de datos para la subcategoría Petróleo y gas natural, se usaron los datos de producción de petróleo y gas natural respectivamente, proporcionados por el BNE.

3.3.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión empleados para el cálculo de las emisiones de GEI fueron los valores por defecto proporcionados por las GL2006, diferenciando la actividad consideradas y las características socioeconómicas del país (en vías de desarrollo). Lo anterior queda representado en los Cuadros siguientes:

Cuadro 24. Petróleo y gas natural: factores de emisión de Nivel 1 utilizados para el petróleo

Petróleo			
Segmento de la Industria	Característica	Factor de emisión escogido	
		CO ₂ (Gg/10 ³ m ³)	CH ₄ (Gg/10 ³ m ³)
Venteo	Valor ponderado	0,00215	0,0104
Producción y mejora	Petróleo convencional	0,002	0,03
Transporte	Tuberías	0	0,000005
Refinamiento	Todo	0	0,000022

Fuente: GL2006 del IPCC.

Cuadro 25. Petróleo y gas natural: factores de emisión de Nivel 1 utilizados para el gas natural

Gas Natural			
Segmento de la Industria	Característica	Factor de emisión escogido	
		CO ₂ (Gg/10 ³ m ³)	CH ₄ (Gg/10 ³ m ³)
Venteo	Transmisión	0,0000052	0,0003900
Producción	Todo	0,0000970	0,1220000
Procesamiento	Transmisión	0,0000200	0,0002500
Transmisión y almacenamiento	Valor Ponderado de transmisión	0,0000002	0,0006330
Distribución	Todo	0,0000950	0,0018000

Fuente: GL2006 del IPCC.

3.4. Comparación entre el método sectorial y el método de referencia

La comparación de los resultados de las emisiones de CO₂ obtenidos utilizando el métodos de referencia y el método sectorial permiten verificar la validez de los cálculos realizados. El método

de referencia usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el método sectorial usa valores parcializados acotados a cada categoría que en su conjunto suman lo nacional del sector Energía. En ambos casos la fuente de información fue el BNE.

De forma general, La tendencia de las emisiones de GEI, entre ambos métodos, no presenta diferencias significativas (Cuadro 26 y Figura 24).

Cuadro 26. Quema de combustible: emisiones de CO₂ (GgCO₂eq) del método sectorial y método de referencia, serie 1990-2010

Método	1990	1995	2000	2005	2010
Método de referencia	30.051,9	37.470,2	50.829,5	55.550,3	65.991,6
Método sectorial	30.728,0	38.052,7	49.651,8	55.225,0	65.774,7
Diferencia	676,1	582,5	-1.177,7	-325,3	-216,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

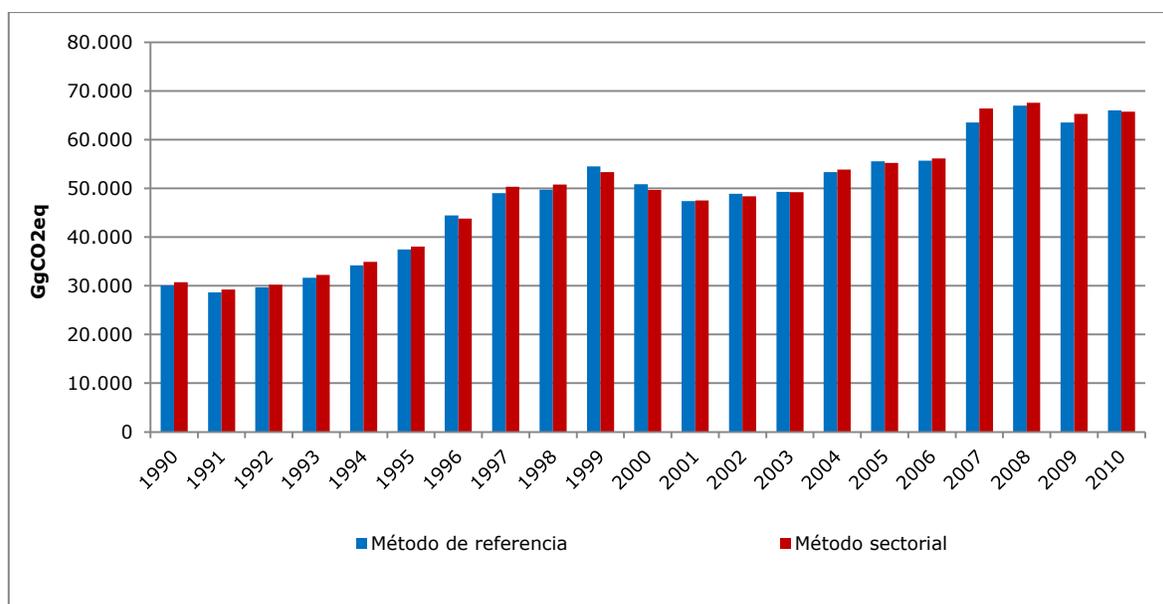


Figura 24. Quema de combustible: emisiones de CO₂ del método sectorial y método de referencia, serie 1990-2010

Al analizar anualmente las diferencias, el promedio de la serie temporal es 1,6%, lo cual está por debajo del 5% que indican las GL2006 como diferencia aceptable entre ambos métodos. Los años que presentan mayor diferencia son el 2007, con 4,3%; y el 2000, con -2,4%. Los años que presentan menor diferencia son el 2003, con -0,2%; y el 2001, con 0,3% (Figura 25).

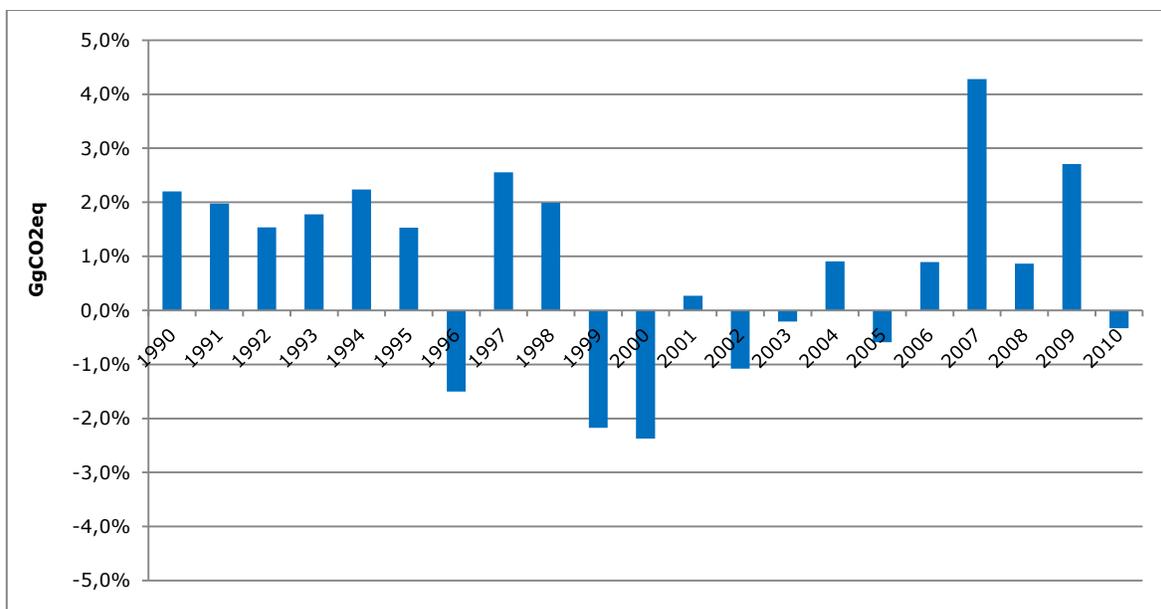


Figura 25. Quema de combustible: diferencia porcentual entre el método sectorial y el método de referencia, serie 1990-2010

Las diferencias presentadas entre las emisiones estimadas por estos métodos se pueden deber a errores estadísticos del BNE, puesto que los factores de emisión para ambos métodos son los valores por defecto de las GL2006.

3.5. Combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional

Para la estimación de las emisiones del transporte aéreo y marítimo internacional fue necesaria la desagregación de los consumos reportados en el BNE, puesto que el balance no distingue entre consumo nacional e internacional. Para la desagregación se utilizó información entregada por el Servicio Nacional de Aduanas, disponible desde el 2002 en adelante. Para los años anteriores se usó la estimación de consumo realizada en el estudio *Elaboración de una metodología local del cálculo de emisiones búnker para gases de efecto invernadero* (Sistemas Sustentables, 2010). (http://www.sinia.cl/1292/articles-50188_recurso_3.pdf)

Se aplicó el método de Nivel 1 de acuerdo a las GL2006 para el cálculo de emisiones, usando los factores de emisión por defecto proporcionados por las mismas guías.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la Aviación internacional han contabilizado 1.348,0 GgCO₂eq, mientras que las emisiones de GEI de la Navegación internacional han contabilizado 2.138,5 GgCO₂eq (Cuadro 27 y Figura 26). Desde el año 1990, las emisiones de GEI de la Aviación internacional se han incrementado en un 299,3%, mientras que las emisiones de GEI de la Navegación internacional se han incrementado en un 289,5%. La tendencia a la disminución de las emisiones presente en los últimos años (2008-2010), se debe a la baja del comercio internacional debido a la crisis económica internacional en ese período.

Cuadro 27. Búnker internacional: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por tipo de transporte internacional, serie 1990-2010

Transporte	1990	1995	2000	2005	2010
Aviación internacional	337,6	647,1	1.055,7	1.117,4	1.348,0
Navegación internacional	595,2	1.180,2	2.055,8	3.449,7	2.318,5
Total	932,8	1.827,3	3.111,5	4.567,2	3.666,5

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

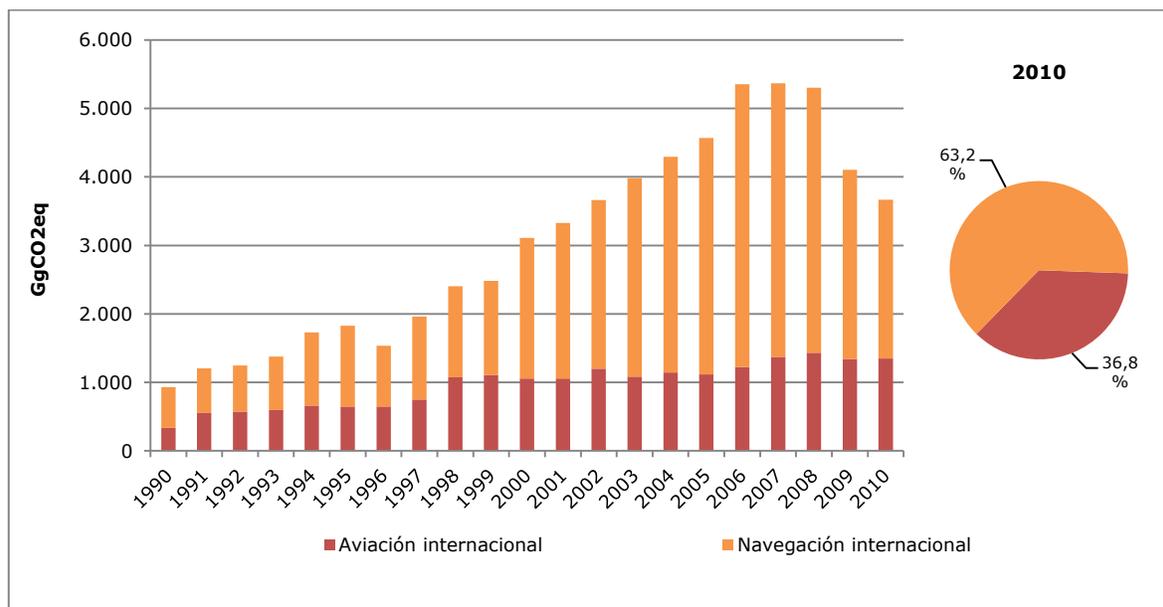


Figura 26. Búnker internacional: tendencia de las emisiones de GEI por tipo de transporte internacional, serie 1990-2010

La metodología de estimación de emisiones para ambas fuentes fue de Nivel 1, de acuerdo a las GL2006, método que requiere la cantidad de combustible consumida para transporte internacional de acuerdo al tipo (marítimo o aéreo). Para ello se usaron datos de consumo de combustible proporcionados por el Servicio Nacional de Aduanas y factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006.

3.6. Emisiones de CO₂ de la biomasa

En conformidad con las GL2006, las emisiones de CO₂ de la combustión de la biomasa no están incluidas en los totales nacionales, pero se las registra como partidas informativas para la verificación cruzada y para evitar el doble conteo con el sector UTCUTS.

En 2010, las emisiones de CO₂ de la biomasa contabilizaron 21.770,4 GgCO₂eq. Desde el año 1990, las emisiones de CO₂ se han incrementado en un 83,7%. El principal causante del aumento en el consumo de la leña es el incremento de la demanda del sector residencial (Cuadro 28 y Figura 27).

Cuadro 28. Biomasa: emisiones de CO₂ (GgCO₂eq) de la biomasa, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	11.851,0	15.280,7	18.952,3	20.486,3	21.770,4
Total	11.851,0	15.280,7	18.952,3	20.486,3	21.770,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

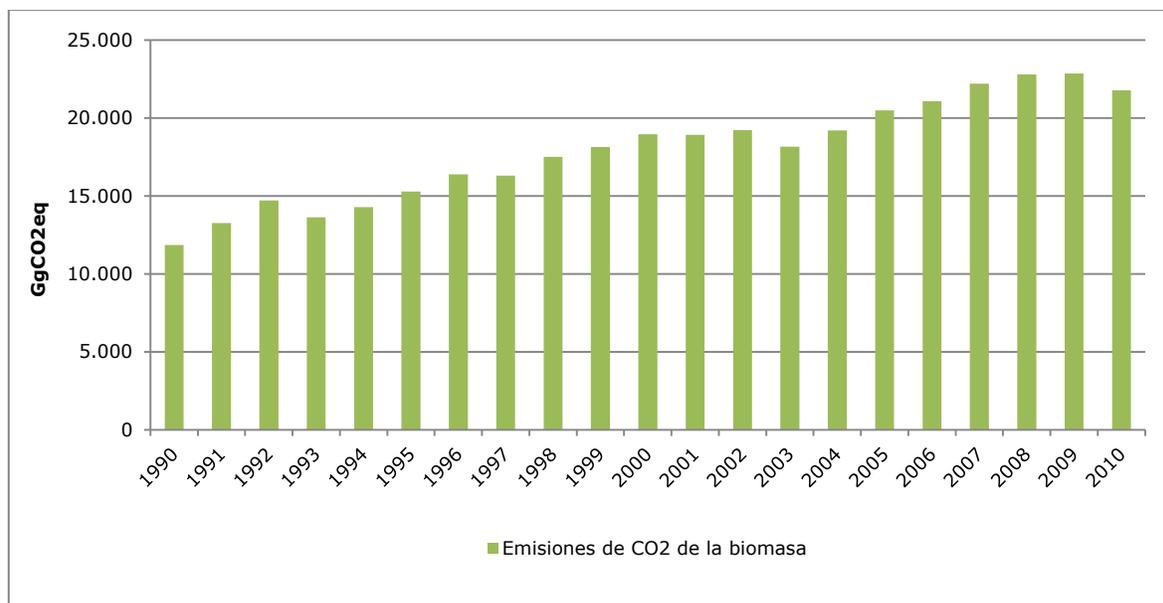


Figura 27. Emisiones de CO₂ de la biomasa: tendencia de las emisiones de CO₂, serie 1990-2010

Para la estimación de las emisiones de CO₂ de la biomasa se usó una metodología de Nivel 1, de acuerdo a las GL2006. El consumo de biomasa es informado en el BNE, mientras que el factor de emisión es por defecto de las GL2006.

3.7. Procedimiento de garantía y control de la calidad

A continuación se describen los procedimientos aplicados por el equipo sectorial para la garantía y control de la calidad.

3.7.1. Control de la calidad

- Comprobación de la integridad de los archivos de base de datos:
 - Revisión detallada de cada archivo anual del BNE, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
 - Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores del BNE al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos. Evitando la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.
 - Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Comprobación de la coherencia en las tendencias de las emisiones de GEI, identificando posibles datos de actividad anómalos que generan emisiones anómalas.

- Comparación aleatoria de resultados entregados por software del IPCC y cálculos realizados por el personal encargado.
- Comparación de resultados del método sectorial versus método de referencia.
- Comparación de resultados de emisiones de GEI del ISGEI de Energía con otros Inventarios de GEI realizados en el país.
- Comprobación y chequeo del cálculo de las incertidumbres.

3.7.2. Garantía de la calidad

El ISGEI de Energía fue sometido a un proceso de revisión por un experto calificado como revisor de los INGEI de las Partes anexo I de la Convención durante junio del 2014. La revisión fue desarrollada a distancia, incluyendo una comunicación constante entre el experto revisor, el coordinador del SNICHILE y los profesionales del equipo sectorial para resolver las preguntas realizadas. El informe de evaluación resultante fue analizado por el equipo sectorial, incluyendo correcciones a los hallazgos pertinentes y evaluando la factibilidad de incluir la recomendación en la próxima actualización del INGEI de Chile.

3.8. Mejoras planificadas

En respuesta al análisis propio del equipo sectorial de Energía, y a las recomendaciones de la revisión experta del ISGEI, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Balance Nacional de Energía¹⁷:
 - Auditorías periódicas adicionales al chequeo de los datos de la Asociación de la Industria Eléctrica- Electrónica (AIE).
 - Coordinación con el INE para la definición y desagregación de algunas industrias.
 - Desagregación regional de la demanda.
 - Mejoramiento de la representatividad en cuanto al levantamiento de información.
 - Mejoramiento de inconsistencias en el levantamiento de información con el fin de distinguir consumos sin fines energéticos.
 - Inclusión de sectores prioritarios y que no están siendo representados, como el sector sanitario entre otros.
- Establecimiento de arreglos institucionales con organismos que disponen de información que pudiese ser relevante, como la Comisión Chilena del Cobre, Dirección General de Aeronáutica Civil, Servicio Nacional de Aduanas, Superintendencia de Electricidad y Combustibles, etc.
- Disposición de información relacionada a los combustibles de transporte terrestre desagregada por modo de transporte (autos, buses, camiones, etc.).
- Mejorar la capacidad para el levantamiento de información faltante, especialmente la relativa al contenido de carbono de los combustibles empleados en el país para generar factores de emisión país específicos.

¹⁷ Fuente: Ministerio de Energía 2014.

4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES (2)

4.1. Panorama general del sector

El sector Procesos industriales considera las emisiones de GEI producidas por una gran variedad de actividades industriales, distintas de aquellas asociadas al consumo de combustible fósil. Las principales fuentes de emisión son las descargas provenientes de los procesos industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos. Además, con frecuencia se utilizan GEI en productos tales como refrigeradores, espumas o latas de aerosol.

Durante los procesos mencionados puede producirse una gran variedad de GEI, incluidos el CO₂, CH₄, N₂O, hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆).

En el contexto nacional, en este sector se incluyen las emisiones de los procesos de la industria química, industria de los metales, industria de los minerales y emisiones asociadas al uso y consumo de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), estos últimos presentes en el país desde el año 2002.

El sector Procesos industriales es el tercer sector emisor de GEI en el país, representando el 6,1% de las emisiones de GEI totales (Figura 28).

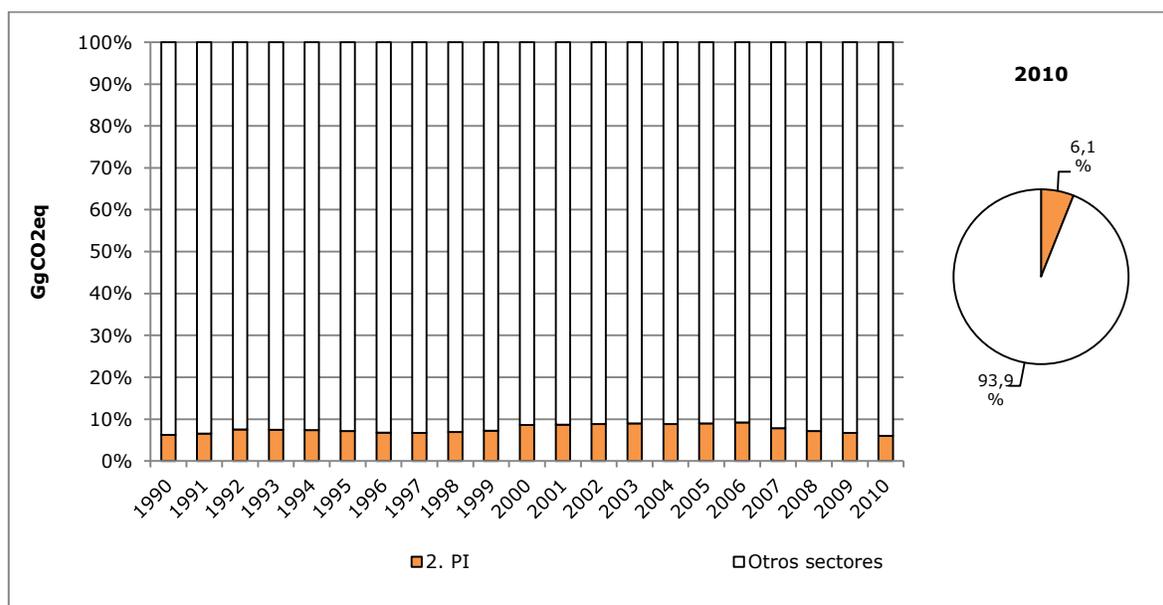


Figura 28. Sector Procesos industriales: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS)

En 2010, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 5.543,2 GgCO₂eq (Cuadro 29). Desde el año 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 78,3%. Los principales causantes del incremento entre 1990 y 2006 son el crecimiento sostenido de la producción de metanol, la industria del cemento y la industria de la cal. Desde 2006 se observa (Figura 29) una abrupta caída de las emisiones, debido principalmente a la disminución de la oferta de gas natural desde

Argentina, el cual es la materia prima para la producción de metanol. Además, desde el 2008 se produce una fuerte caída de la actividad industrial del país debido a la crisis económica internacional, afectando especialmente a la industria del hierro y acero.

A nivel de categorías, 41,8% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la categoría Productos minerales, seguido de un 32,4% de Industria química, 20,6% de Producción de metales y 5,2% correspondiente a la categoría Consumo de halocarburos y SF₆.

Cuadro 29. Sector Procesos industriales: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por categoría, serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
2A. Productos minerales	1.055,9	1.694,9	1.739,9	2.265,0	2.316,2
2B. Industria química	755,4	903,6	2.768,0	3.092,9	1.797,2
2C. Producción de metales	1.296,8	1.644,0	1.892,0	1.896,8	1.142,3
2F. Consumo de halocarburos y SF ₆	0,0	0,0	0,0	100,1	287,4
Total	3.108,2	4.242,5	6.399,9	7.354,7	5.543,2

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

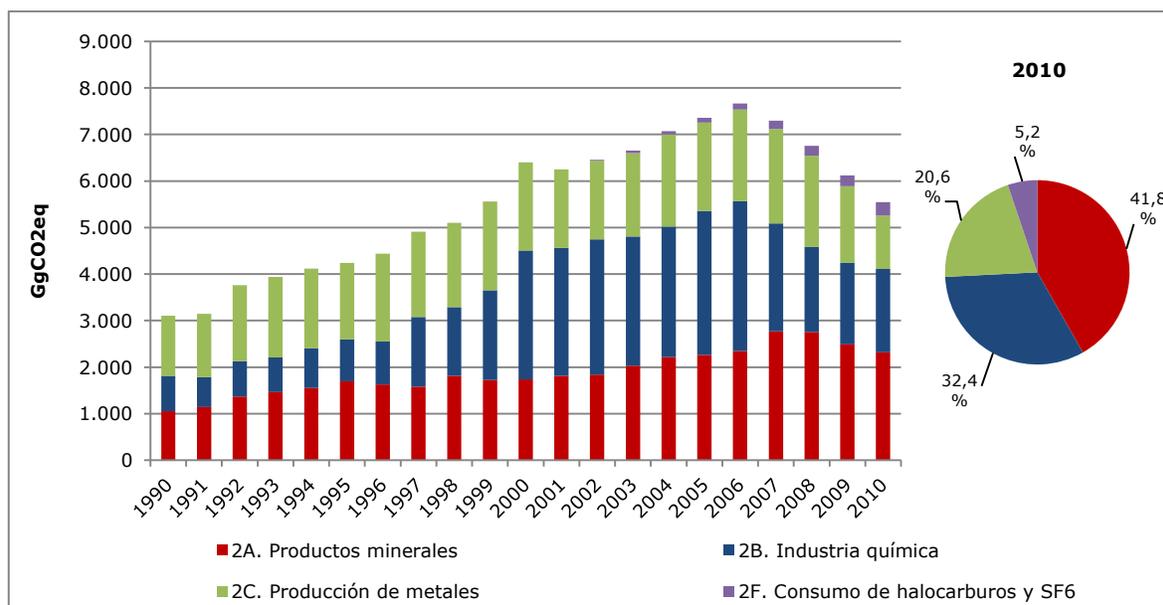


Figura 29. Sector Procesos industriales: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010

A nivel de subcategorías, la Producción de cemento es la de mayor importancia con un 21,5%, seguido de un 20,3% de Producción de ácido nítrico, 19,7% de Hierro y acero, 19,4% de Producción de cal. El Metanol contabilizó un 12,1% y Aerosoles un 2,8%. El restante 4,1% corresponde a otras subcategorías como Etileno, Refrigeración y aire acondicionado y Ferroaleaciones (Cuadro 30 y Figura 30).

Cuadro 30. Sector Procesos industriales: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
2A1. Producción de cemento	786,7	1.223,4	1.165,1	1.350,0	1.191,8
2B2. Producción de ácido nítrico	141,2	298,5	675,2	916,0	1.124,9
2C1. Hierro y acero	1.221,4	1.544,2	1.829,0	1.846,5	1.094,1
2A2. Producción de cal	256,3	452,6	537,9	866,9	1.076,4
2B5. Otros (a. Metanol)	613,4	604,1	2.091,7	2.175,7	671,6
2F4. Aerosoles	0,0	0,0	0,0	64,9	155,2
2F1. Refrigeración y aire acondicionado	0,0	0,0	0,0	26,5	95,8
Otros	89,2	119,7	101,0	108,3	133,5
Total	3.108,2	4.242,5	6.399,9	7.354,7	5.543,2

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

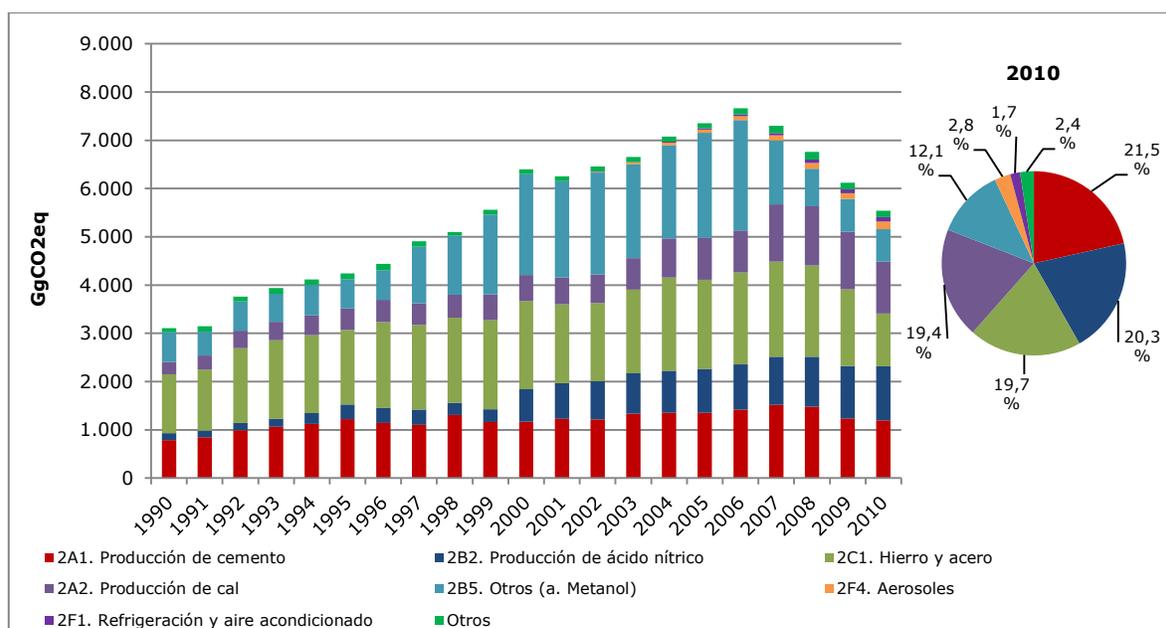


Figura 30. Sector Procesos industriales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

En el año 2010, el principal GEI emitido por el sector fue el CO₂, contabilizando un 73,7% de las emisiones de GEI del sector, lo sigue el CH₄ con un 20,3% y el N₂O con un 5,1%. Los halocarburos alcanzan un 0,9% de las emisiones (Cuadro 31 y Figura 31).

Cuadro 31. Sector Procesos industriales: emisiones por tipo de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

GEI	1990	1995	2000	2005	2010
CO ₂	2.925,6	3.903,1	5.583,9	6.192,3	4.085,6
CH ₄	41,4	40,8	140,8	146,4	45,2
N ₂ O	141,2	298,5	675,2	916,0	1.124,9
HFC	0,0	0,0	0,0	99,3	281,3
PFC	0,0	0,0	0,0	0,7	6,1
Total	3.108,2	4.242,5	6.399,9	7.354,7	5.543,2

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

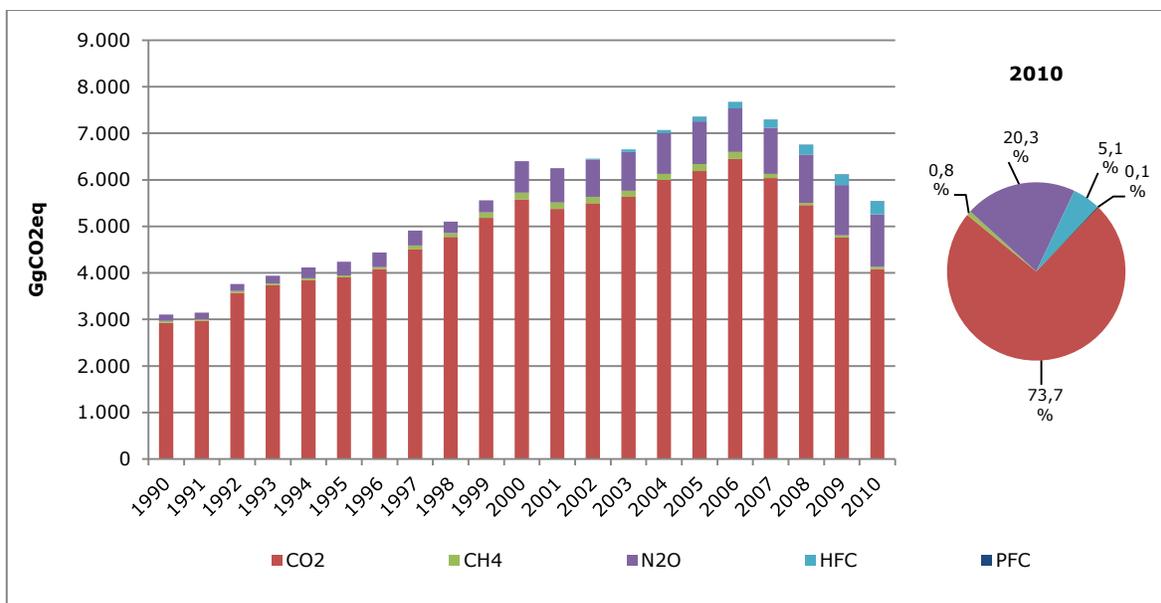


Figura 31. Sector Procesos industriales: emisiones por tipo de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

4.2. Productos minerales (2A)

4.2.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

Esta categoría concentra las emisiones de CO₂ relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de una variedad de productos minerales industriales. Las subcategorías asociadas son las siguientes:

- 2A1 Producción de cemento.
- 2A2 Producción de cal.
- 2A3 Uso de caliza y dolomita.
- 2A4 Producción y uso de carbonato sódico.
- 2A5 Producción de material asfáltico para techos.
- 2A6 Pavimentación asfáltica.
- 2A7 Otros.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Producción de cemento,
- Producción de cal, y
- Producción de vidrio.

La categoría Productos minerales es la principal categoría emisora de GEI del sector. En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 2.316,2 GgCO₂eq, o 41,8% dentro del sector (Cuadro 32 y Figura 32). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 119,4%.

Cuadro 32. Productos minerales: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
2A1. Producción de cemento	786,7	1.223,4	1.165,1	1.350,0	1.191,8
2A2. Producción de cal	256,3	452,6	537,9	866,9	1.076,4
2A7. Otros (a. Producción de vidrio)	13,0	18,9	36,9	48,1	48,1
Total	1.055,9	1.694,9	1.739,9	2.265,0	2.316,2

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

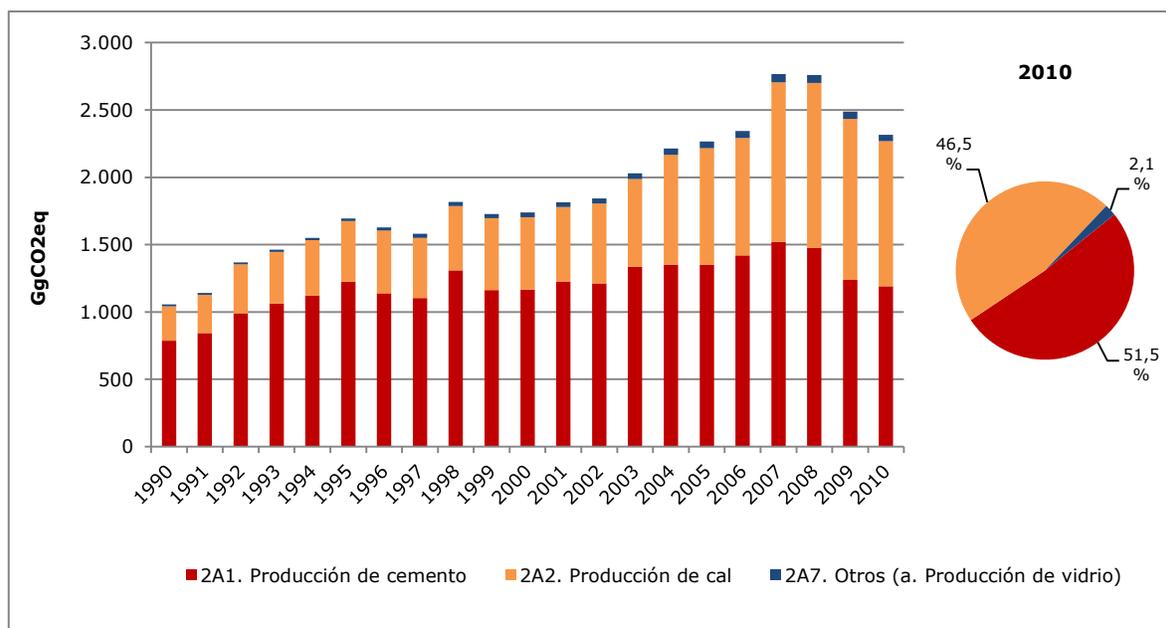


Figura 32. Productos minerales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

4.2.1.1. Producción de cemento (2A1)

Entre los años 1990 y 2010, la producción de cemento en Chile ha ido en aumento, y se ha atribuido a tres empresas principales que acaparan la totalidad de la producción de cemento nacional.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Producción de cemento contabilizaron 1.191,8 GgCO₂eq, o 51,5% dentro de la categoría. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 51,5%. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de cemento desde la construcción, lo que condiciona la producción nacional de clínker. Es importante mencionar que, si bien en los últimos años la importación de clínker ha mostrado un aumento constante, para la estimación de las emisiones de GEI solo se considera la producción de clínker nacional (Cuadro 32 y Figura 32).

4.2.1.2. Producción de cal (2A2)

En Chile los proveedores tradicionales de cal más importantes son 4 empresas (*Revista Minería Chilena 2009*). Sin embargo, existen también empresas que producen gran cantidad de cal para consumo propio. Considerando los diferentes usos de este producto, la industria productora de cal

en Chile ha crecido considerablemente en los últimos años, aunque presenta una pequeña desaceleración desde 2009.

En 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Producción de cal contabilizaron 1.076,4 GgCO₂eq, o 46,5% dentro de la categoría. Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 319,9%. El principal causante del aumento es el crecimiento sostenido en la demanda y por consiguiente en la producción de cal (Cuadro 32 y Figura 32).

4.2.1.3. Otros: Producción de vidrio (2A7)

El vidrio producido en el país se utiliza para fabricar diversos productos, entre éstos, botellas, iluminación, recipientes, vajilla e instrumentos de laboratorio, siendo usado también como material de construcción.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Producción de vidrio contabilizaron 48,1 GgCO₂eq, o 2,1% dentro de la categoría. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 270,5%. El principal causante del aumento es el aumento sostenido de la industria (Cuadro 32 y Figura 32).

4.2.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Productos minerales, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 33. Productos minerales: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
A. Productos minerales	T1,T2	D				
1. Producción de cemento	T1	D				
2. Producción de cal	T2	D				
3. Utilización de piedra caliza y de dolomita	NE	D				
4. Producción y utilización de carbonato sódico	NE	D				
5. Producción de material asfáltico para techos	NE	D				
6. Pavimentación asfáltica	NE	D				
7. Otros	T1	D				
Producción de vidrio	T1	D				

T1 = Método Nivel 1; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; NE = No estimado.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Producción de cemento

Para las subcategorías Producción de cemento se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo a las GL2006. Basado en la multiplicación de los datos de la actividad productiva (ya sea producción o consumo) por el factor de emisión correspondiente.

Producción de cal

En el caso de la Producción de cal, se estimaron sus emisiones aplicando el método Nivel 2 de acuerdo a las GL2006, que además de considerar la producción por tipo de cal, incorpora un factor corrector de LKD y un factor corrector para la cal hidratada. Dichos factores dependen del tipo de cal y se usaron los factores por defecto proporcionados por las GL2006. La estimación de

emisiones de CO₂ generadas por la producción de cal, considerando el Nivel 2, se realiza de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Emisiones de CO}_2 = \sum (EF_{cal,i} \times M_{l,i} \times CF_{lkd} \times C_{h,i})$$

Donde:

- Emisiones de CO₂ = emisiones de CO₂ provenientes de la producción de cal (toneladas)
- M_{l,i} = producción de cal de tipo i, toneladas
- EF_{cal,i} = factor de emisión para la cal de tipo i, toneladas de CO₂/toneladas de cal
- CF_{lkd,i} = factor corrector de las emisiones para el LKD para la cal
- C_{h,i} = factor corrector para la cal hidratada del tipo de cal i, sin dimensión
- i = cada una de las cales específicas

Otros: Producción de vidrio

Para las subcategorías Producción de vidrio se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo a las GL2006. Esto es debido a que no se dispone de datos sobre la producción de vidrio por procesamiento de los carbonatos utilizados en la industria del vidrio.

4.2.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Producción de cemento

Los datos de actividad de la producción de cemento se obtuvieron del sitio web del Instituto de Hormigón de Chile (ICH) (<http://ich.cl/?p=109>). Los datos de importaciones y exportaciones de clínker fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Aduanas. La fracción global de clínker fue asumida como un 75%, de acuerdo a los supuestos indicados en las GL2006 (Capítulo 2.2.1.2 y 2.2.1.3, Volumen 3, GL2006) y los datos reportados por los productores de cemento.

Producción de cal

Los datos de actividad fueron obtenidos directamente de cuatro empresas productoras de cal. Gracias a la detallada información proporcionada por cada una de dichas empresas (vía correo electrónico), se pudo desagregar la producción de cal por regiones, y por ende, se calcularon las emisiones de GEI, mediante el Nivel 2, a nivel regional. Para el cálculo bajo el Nivel 2, deben considerarse el factor corrector de las emisiones para el LKD y el factor corrector para la cal hidratada, los cuales se presentan en el Cuadro a continuación:

Cuadro 34. Parámetros básicos para el cálculo de los factores de emisión en la producción de cal

Parámetro	Descripción	Valor
CF _{lkd,i}	Factor corrector para el LKD	1,02
C _{h,i}	Factor corrector para la cal hidratada	0,97

Fuente: Capítulo 2.3.1.3, Volumen 3, IPCC 2006.

Otros: Producción de vidrio

Los datos de producción de vidrio fueron estimados en base al índice de producción física calculado por la Sociedad de Fomento Fabril (SOFOFA) para el sector económico Fabricación de vidrio y productos de vidrio (<http://web.sofofa.cl/informacion-economica/indicadores-industriales/informacion-sectorial-de-la-industria/minerales-no-metalicos-y-metalica-basica/>).

En cuanto a los datos paramétricos, en la metodología de Nivel 1 (Capítulo 2.4.1.3, Volumen 3 del GL2006) se supone una proporción de cullet por defecto de 50%.

4.2.2.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo al Capítulo 2, Volumen 3, GL2006, para todas las subcategorías correspondientes.

Para la estimación de las emisiones de CO₂ procedentes de la producción de cal se utilizaron factores de emisión, considera un método de Nivel 2, del Cuadro siguiente:

Cuadro 35. Parámetros básicos para el cálculo de los factores de emisión en la producción de cal

Tipo de cal	Cociente estequiométrico [tCO ₂ por tCaO o de CaO·MgO]	Intervalo del contenido de CaO [%]	Intervalo del contenido en MgO [%]	Valor por defecto para el contenido de CaO o de CaO·MgO [fracción]	Factor de emisión por defecto [tCO ₂ por tcal]
Cal con fuerte proporción de calcio	0,785	0,785	0,3-2,5	0,95	0,75
Cal de dolomita	0,913	55-57	38-41	0,95 / 0,85	0,86 / 0,77
Cal hidráulica	0,785	65-92	NA	0,75	0,59

Fuente: Cuadro 2.4, Capítulo 2, Volumen 3, IPCC 2006.

De acuerdo a la información obtenida de los mismos productores, en Chile sólo se produce cal viva, por lo tanto se utiliza el valor por defecto de la cal con fuerte proporción de calcio de 0,75 toneladas de CO₂/tonelada de cal para la estimación de emisiones de CO₂.

4.3. Industria química (2B)

4.3.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

La categoría Industria química considera las emisiones de GEI que resultan de la producción de varios productos químicos inorgánicos y orgánicos para los cuales la experiencia de varios países ha confirmado que contribuyen significativamente a los niveles de emisiones mundiales o nacionales de GEI. Las subcategorías incluidas son:

- 2B1 Producción de amoníaco.
- 2B2 Producción de ácido nítrico.
- 2B3 Producción de ácido adípico.
- 2B4 Producción de carburo.
- 2B5 Otros.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Producción de ácido nítrico,
- Producción de metanol, y
- Producción de etileno.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 1.797,2 GgCO₂eq, o 32,4% dentro del sector (Cuadro 36 y Figura 33). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 137,9%. Sin embargo las emisiones de GEI han disminuido en el último período debido a la fuerte caída de la producción de metanol y, por lo tanto, baja en las emisiones de GEI asociadas a esta actividad lo que repercute en las emisiones de la categoría y, además, del sector.

Cuadro 36. Industria química: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
2B2. Producción de ácido nítrico	141,2	298,5	675,2	916,0	1.124,9
2B5. Otros (a. Metanol)	613,4	604,1	2.091,7	2.175,7	671,6
2B5. Otros (b. Etileno)	0,8	1,0	1,2	1,2	0,7
Total	755,4	903,6	2.768,0	3.092,9	1.797,2

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

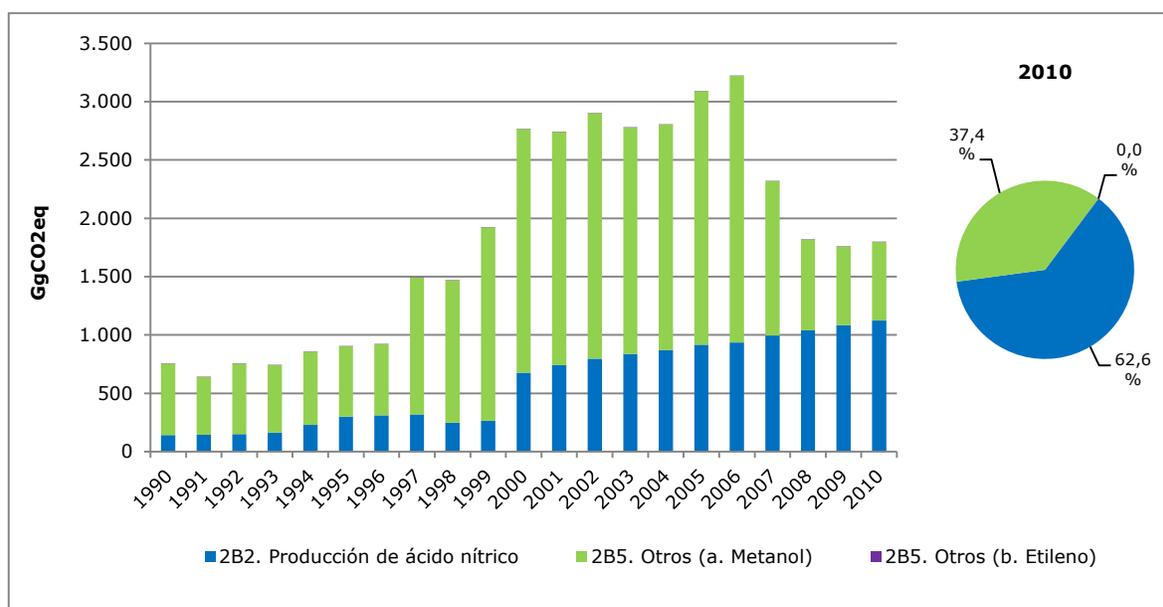


Figura 33. Industria química: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

4.3.1.1. Producción de ácido nítrico (2B2)

El ácido nítrico se emplea en la industria química, para la producción de nitratos metálicos, ácido sulfúrico, ácido arsénico y ácido nitroso, entre otros. Además, el ácido nítrico es utilizado para la fabricación de explosivos, fabricación de diversos colorantes y tinturas, productos farmacéuticos, para fotograbado en imprentas, en joyería y en la industria de la ingeniería.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Producción de ácido nítrico contabilizaron 1.124,88 GgCO₂eq, o 62,6% dentro de la categoría. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 696,8%. El principal causante del aumento es el crecimiento de la industria (Cuadro 36 y Figura 33).

4.3.1.2. Otros: Metanol (2B5)

El metanol es un químico líquido versátil que se produce predominantemente a partir de gas natural y es utilizado como materia prima en la fabricación de una gran gama de productos de consumo, tales como, materiales para la construcción, espumas, resinas y plásticos. El metanol en Chile es producido por la Empresa Methanex.

Entre 1990 y 2006, la producción de metanol en Chile mantuvo una tendencia creciente. Sin embargo en 2007 experimentó una gran caída, y desde entonces, la producción anual ha disminuido año a año. Al respecto, Methanex en su *Reporte Anual*, señala que las plantas de metanol fueron operadas durante el último período muy por debajo de su capacidad instalada de producción anual, debido a la insuficiencia de materia prima, gas natural.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Metanol contabilizaron 671,61 GgCO₂eq, o 37,4% dentro de la categoría. Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 9,5%. Las variaciones interanuales observadas en la subcategoría Metanol se deben principalmente a la caída del abastecimiento de gas natural por parte de Argentina (*Reporte Anual de Methanex 2012*, disponible en <http://www.methanex.cl/noticias/2013/noticia0313a.pdf>) (Cuadro 36 y Figura 33).

4.3.1.3. Otros: Etileno (2B5)

La producción de etileno entre 1990 y 2010 se ha mantenido relativamente constante, sin alzas ni bajas bruscas en la producción. La mayor producción de etileno se generó en 2002, correspondiente a 1.134 toneladas. En 2010 se produjo la menor cantidad, equivalente a 630 toneladas.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Etileno contabilizaron 0,74 GgCO₂eq. Desde 1990, las emisiones de GEI han decrecido en un 12,8% (Cuadro 36 y Figura 33).

4.3.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Industria química, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 37. Industria química: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
B. Industria química	T1	D	T1	D	T1	D
1. Producción de amoníaco	NO	NO				
2. Producción de ácido nítrico					T1	D
3. Producción de ácido adípico					NO	NO
4. Producción de carburo	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5. Otros	T1	D	T1	D		
Metanol	T1	D	T1	D		
Etileno	T1	D	T1	D		

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

La metodología utilizada para estimar las emisiones de GEI de todas las subcategorías se basa en la multiplicación de los datos de la actividad productiva (ya sea producción o consumo) por el factor de emisión correspondiente. Los cálculos se realizaron en conformidad con los lineamientos otorgados por las GL2006, aplicándose un método de Nivel 1 para todas las subcategorías.

4.3.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Producción de ácido nítrico

Los datos de actividad de la producción de ácido nítrico fueron obtenidos del *Inventario Nacional de GEI, sectores Energía, Procesos Industriales y Uso de Solventes* (Poch y Deuman 2008) (http://www.sinia.cl/1292/articles-50188_recurso_1.pdf) para el período 1990-2006, puesto que las posibles fuentes consideraban la información confidencial. El resto de la serie fue extrapolado a partir de los datos existentes.

Otros: Metanol

Los datos correspondientes a la producción de metanol fueron obtenidos del BNE, dado que la única empresa productora, Methanex, considera su información confidencial.

Otros: Etileno

La información de producción de etileno también fueron obtenidos del BNE, para toda la serie temporal.

4.3.2.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo al Capítulo 3, Volumen 3 de las GL2006, para todas las subcategorías correspondientes.

4.4. Producción de metales (2C)

4.4.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

En esta categoría se incluyen las emisiones de GEI que resultan de la producción de metales. Las subcategorías incluidas son:

- 2C1 Hierro y acero.
- 2C2 Ferroaleaciones.
- 2C3 Aluminio.
- 2C4 SF₆ utilizado en las fundiciones de aluminio y magnesio.
- 2C5 Otros.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Producción de hierro y acero,
- Producción de ferroaleaciones,
- Producción de plomo, y
- Producción de cinc.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 1.142,3 GgCO₂eq, o 20,6% dentro del sector (Cuadro 38 y Figura 34). Desde 1990, las emisiones de GEI han decrecido en un 11,9%.

Cuadro 38. Producción de metales: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
2C1. Hierro y acero	1.221,4	1.544,2	1.829,0	1.846,5	1.094,1
2C2. Ferroaleaciones	31,7	38,4	8,5	0,2	0,2
2C5. Otros (a. Producción de plomo)	0,6	0,5	0,4	0,5	0,4
2C5. Otros (b. Producción de cinc)	43,2	60,9	54,0	49,6	47,6
Total	1.296,8	1.644,0	1.892,0	1.896,8	1.142,3

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

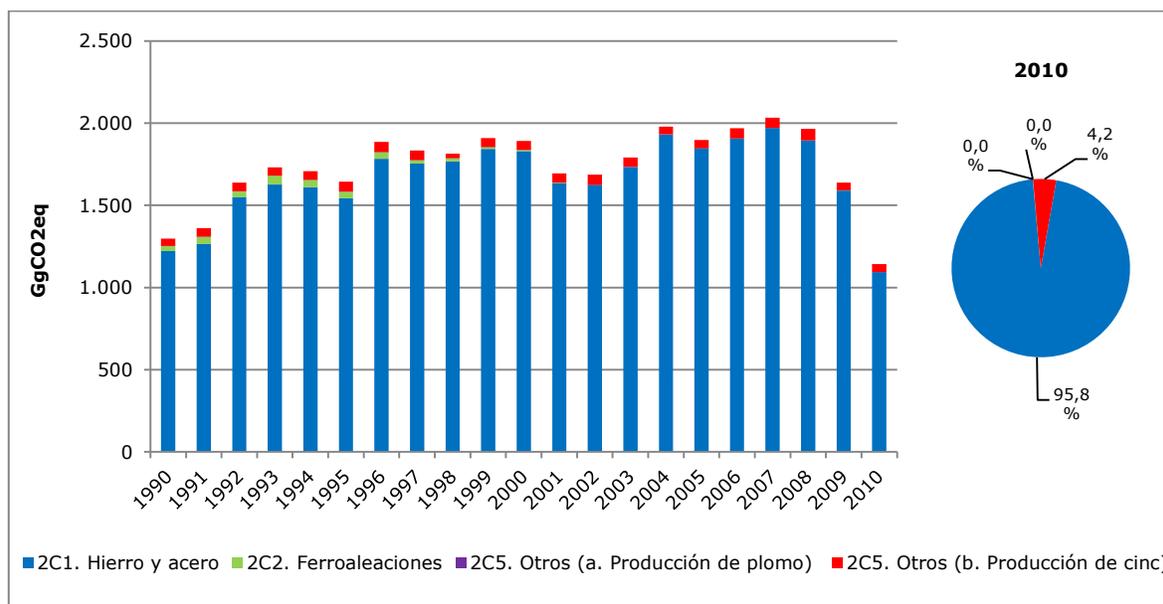


Figura 34. Producción de metales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

4.4.1.1. Hierro y acero (2C1)

El hierro es el metal más producido en tonelaje, acaparando un 95% de la producción mundial de todos los metales. Tiene grandes aplicaciones en productos siderúrgicos, utilizándolo como elemento matriz para alojar otros elementos de aleación, tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material.

Por su parte, el principal destino de los productos de acero en el mercado local es la industria de la construcción, con un 32,4% del total, seguido por los formadores con 25,4%, la minería con 19,4%, trefiladores con 11%, y el restante 11,8% se destina a la industria metalmeccánica, envases y maestranzas. (<http://www.cochilco.cl/estudios/info-hierro.asp>)

Con respecto a las cifras productivas en el tiempo, la producción de hierro, entre 1990 y 2009 se ha mantenido relativamente constante, promediando en esos 20 años una producción de 5.150.000 toneladas métricas finas. En 2009 se observa una baja considerable en la producción.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Hierro y acero contabilizaron 1.094,1 GgCO₂eq, o 95,8% dentro de la categoría. Desde el año 1990, las emisiones de GEI han decrecido en un 10,4%. El principal causante de la disminución es la caída abrupta de la demanda de acero (Cuadro 38 y Figura 34).

4.4.1.2. Ferroaleaciones (2C2)

En Chile se producen cuatro tipos de ferroaleaciones: ferrocromo, ferromanganeso, ferrosiliconmanganeso y ferrosilicon. Su producción ha disminuido considerablemente. El ferrosilicon dejó de producirse en el año 2000, el ferrosiliconmanganeso en 2001 y el ferromanganeso en 2002. La producción de ferrocromo se ha mantenido en el país, pero ha mostrado una disminución significativa. Entre 1990 y 1998 se produjo en promedio 1.951 toneladas, luego entre 1990 y 2004 no hubo producción, para luego volver a producirse entre 2005 y 2010 en promedio 99 toneladas.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Ferroaleaciones contabilizaron 0,24 GgCO₂eq, o 0,0% dentro de la categoría. Desde 1990, las emisiones de GEI han decrecido en un 99,2%. El principal causante de la disminución es que a partir del año 1999 se deja de producir ferrosilicon, ferromanganeso y ferrosiliconmanganeso (Cuadro 38 y Figura 34).

4.4.1.3. Otros: Producción de plomo (2C5)

En Chile, la producción de plomo proviene exclusivamente de la región de Aysén (SERNAGEOMIN 2012, *Anuario de la Minería de Chile* <http://www.sernageomin.cl/sminera-anuario.php>). La producción de plomo en Chile, ha sido extremadamente variable entre 1990 y 2010. En 1992 se detectó la menor producción, generándose sólo 298 toneladas métricas finas. Por el contrario, en el año 2008, se alcanzó la mayor producción de plomo entre 1990 y 2010, correspondiente a 3.985 toneladas métricas finas.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Producción de plomo contabilizaron 0,36 GgCO₂eq, o menos del 0,1% dentro de la categoría. Desde el año 1990, las emisiones de GEI han decrecido en un 37,9%. El principal causante de la disminución es la inestabilidad del mercado del plomo (Cuadro 38 y Figura 34).

4.4.1.4. Otros: Producción de cinc (2C5)

La producción de cinc en Chile se lleva a cabo en las regiones de Aysén y Metropolitana. Sus usos más importantes lo constituyen las aleaciones y el recubrimiento protector de otros metales. El hierro o el acero recubiertos con cinc, para evitar la oxidación, se denominan galvanizados. La aleación de cinc con cobre produce latón, utilizado en la industria eléctrica; las aleaciones de cinc con aluminio y magnesio se usan en la industria aeronáutica. (<http://www.sernageomin.cl/sminera-anuario.php>)

La producción de cinc en Chile no ha mostrado una tendencia constante entre 1990 y 2010. En el año 2008 se alcanzó la mayor producción, equivalente a 40.519 toneladas métricas finas, mientras que en 1998 se produjo la menor cantidad de cinc, igual a 15.943 toneladas métricas finas.

En el 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Producción de cinc contabilizaron 47,6 GgCO₂eq, o 4,2% dentro de la categoría. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 10,2%. El principal causante de la disminución es la inestabilidad del mercado del cinc (Cuadro 38 y Figura 34).

4.4.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Producción de metales, los métodos utilizados se presentan en el Cuadro siguiente:

Cuadro 39. Producción de metales: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
C. Producción de metales	T1	D	NO	D		
1. Hierro y acero	T1	D	NO, IE	NO, IE		
2. Ferroaleaciones	T1	D	NO	D		
3. Aluminio	NO	NO				
4. SF ₆ Utilizado en las fundiciones de aluminio y magnesio	NO	NO				
5. Otros	T1	D				
Producción de plomo	T1	D				
Producción de cinc	T1	D				

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto; NO = No ocurre; IE = Incluida en otro lugar.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

La metodología general utilizada para estimar las emisiones de GEI se basa en la multiplicación de los datos de la actividad productiva (ya sea producción o consumo) por el factor de emisión correspondiente. Los cálculos se realizaron en conformidad con los lineamientos otorgados por las GL2006, aplicándose un método de Nivel 1 para todas las subcategorías.

4.4.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Producción de hierro y acero

Los datos del hierro se obtuvieron del estudio de COCHILCO *Estadísticas del cobre y otros minerales* para los años 1990 a 1997. Los *Anuarios de la Minería de Chile* elaborados por el SERNAGEOMIN proporcionaron información para el resto de los años. Para estimar la producción de pellets, dato paramétrico, se consideraron datos reportados en el sitio web de CAP Minería.

En lo que se refiere a la producción de acero, los oferentes de acero se limitan a sólo dos productores locales, Compañía de Acero del Pacífico (CAP) y Gerdau Aza (COCHILCO, 2010, *Mercado Nacional e Internacional del hierro y acero* <http://www.cochilco.cl/estudios/info-hierro.asp>).

Producción de ferroaleaciones

Las estadísticas nacionales de producción de ferroaleaciones se obtuvieron del *U.S. Geological Survey: The Mineral Industry of Chile – 1994 to 2010* (<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#ci>), datos que detallan la producción por tipo de ferroaleación. Es importante mencionar que a partir del año 1999 se deja de producir ferrosilicón, único proceso que emite CH₄, por lo que desde el 2000 al 2010 no ocurren emisiones de este gas.

Otros: Producción de plomo y cinc

La producción de plomo se obtuvo de COCHILCO (*Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 2002 a 2010*). Además, los datos fueron corroborados con el SERNAGEOMIN (*Anuario de la Minería de Chile 2007 a 2010*). La información no indica distinción en el tipo de proceso productivo, por lo que se asumió que el 80% de la producción se funde en hornos Imperial Smelting Furnaces o en altos hornos, mientras que el 20% restante se funde empleando el método de fundición directa en Kivcet, Ausmelt y Queneau-Schumann-Lurgi. Este supuesto tiene implicancias en la elección del factor de emisión. De misma forma se obtuvo la producción de cinc nacional, la cual tampoco está diferenciada por tipo de industria.

4.4.2.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006, para todas las subcategorías correspondientes.

4.5. Otra producción (2D)

Esta categoría no fue estimada por falta de datos de actividad.

4.6. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre (2E)

Esta categoría no ocurre en el país.

4.7. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre (2F)

4.7.1. Descripción de la categoría y emisiones de GEI

Los HFC y, en una medida muy limitada, los PFC sirven como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO) y que están siendo retiradas de circulación en virtud del Protocolo de Montreal. Las subcategorías incluidas son:

- 2F1 Refrigeración y aire acondicionado.
- 2F2 Productos de espuma.
- 2F3 Extintores de incendios.
- 2F4 Aerosoles.
- 2F5 Disolventes.
- 2F6 Otras aplicaciones.
- 2F7 Manufactura de semiconductores.
- 2F8 Equipos eléctricos.
- 2F9 Otros.

Este tipo de sustancias comienzan a ingresar al país a partir del año 2002, según lo reportado por el Servicio Nacional de Aduanas. Bajo este contexto, las emisiones nacionales consideran:

- Refrigeración y aire acondicionado,
- Extinción de incendios y protección contra explosiones, y
- Aerosoles.

El uso de compuestos fluorados para refrigeración, aire acondicionado, protección contra incendios y aerosoles en Chile es abastecido en un 100% por importaciones, ya que dichos compuestos no se producen en Chile. Como ya se mencionó, a partir del año 2002 comenzaron a importarse estos productos en Chile, y su importación ha crecido considerablemente en el tiempo. Las exportaciones, por el contrario, son insignificantes.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 287,4 GgCO₂eq, o 5,2% dentro del sector (Cuadro 40 y Figura 35). El incremento abrupto observado en la categoría se debe principalmente a la entrada al mercado nacional de productos con HFC a partir del año 2002 y con PFC a partir de 2005.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Refrigeración y aire acondicionado contabilizaron 95,8 GgCO₂eq, o 33,3% dentro de la categoría.

En 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Extintores de incendios contabilizaron 36,5 GgCO₂eq, o 12,7% dentro de la categoría.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría Aerosoles contabilizaron 155,2 GgCO₂eq, o 54,0% dentro de la categoría.

Cuadro 40. Consumo de halocarburos y SF₆: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
2F1. Refrigeración y aire acondicionado	0,0	0,0	0,0	26,5	95,8
2F3. Extintores de incendios	0,0	0,0	0,0	8,8	36,5
2F4. Aerosoles	0,0	0,0	0,0	64,9	155,2
Total	0,0	0,0	0,0	100,1	287,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

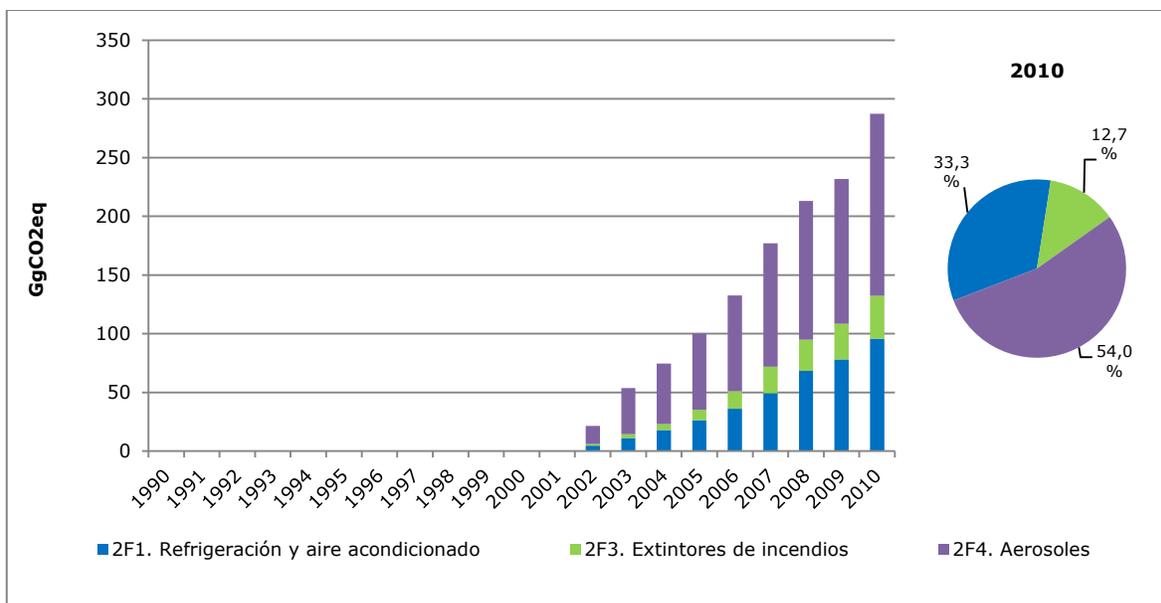


Figura 35. Consumo de halocarburos y SF₆: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

4.7.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Consumo de halocarburos y SF₆, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 41. Consumo de halocarburos y SF₆: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFCs		PFCs		SF ₆	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	T1	D	T1	D	NE, NO	NE, NO
1. Refrigeración y aire acondicionado	T1	D				
2. Productos de espuma	NO	NO	NO	NO		
3. Extintores de incendios	T1	D	T1	D		
4. Aerosoles	T1	D				
5. Disolventes	NE	NE	NE	NE	NE	NE
6. Otras aplicaciones	NO	NO	NO	NO	NO	NO
7. Manufactura de semiconductores	NO	NO	NO	NO	NO	NO
8. Equipos eléctricos	NO	NO	NO	NO	NO	NO
9. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto; NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

La metodología general utilizada para estimar las emisiones de GEI se basa en la multiplicación de los datos de la actividad productiva por el factor de emisión correspondiente. Los cálculos se realizaron en conformidad con los lineamientos otorgados por las GL2006, aplicándose un método de Nivel 1 para todas las subcategorías.

4.7.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad para refrigeración y aire acondicionado fueron obtenidos del Servicio Nacional de Aduanas, donde proporcionaron la información de importaciones y exportaciones específicas para cada tipo de HFC. Es importante mencionar que las importaciones comienzan 2002. De igual manera se procedió para la obtención de los datos de actividad de extintores de incendios y aerosoles.

4.7.2.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006, para todas las subcategorías correspondientes.

4.8. Procedimiento de garantía y control de la calidad

A continuación se describen los procedimientos aplicados por el equipo sectorial para la garantía y control de la calidad.

4.8.1. Control de la calidad

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que en los tres archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Elaboración de planilla de cálculo consolidada, en la cual se agrupan las planillas anuales exportadas del software IPCC. En dicha planilla, mediante fórmulas, se realiza la agregación de datos por categoría, por gas de efecto invernadero y por sector IPPU. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.
- Chequeos cruzados de la información oficial versus información pública disponible de la industria privada.
- Chequeo con expertos externos al equipo sectorial de las categorías que involucran procesos productos que no ocurren en el país.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

4.8.2. Garantía de la calidad

El ISGEI de IPPU fue sometido a un proceso de revisión por un experto calificado como revisor de los INGEI de las Partes anexo I de la Convención durante mayo y junio de 2014. La revisión fue desarrollada a distancia, incluyendo una comunicación constante entre el experto revisor, el coordinador del SNICHILE y los profesionales del equipo sectorial para responder las preguntas realizadas.

4.9. Mejoras planificadas

En respuesta al análisis propio del equipo sectorial de IPPU, y a las recomendaciones de la revisión experta del ISGEI, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales, que tengan participación en las categorías principales de emisiones de GEI del sector, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.
- Comparación los resultados obtenidos en base a la metodología de Nivel 1 y Nivel 2 (o Nivel 3 en caso que aplique), de manera de identificar posibles errores de magnitud u otros; y justificar las diferencias observadas.
- Para el caso específico de la categoría cal, es importante la identificación de todas las empresas productoras de cal, ya que no sólo existen plantas que producen este producto para su comercialización, sino, para su consumo interno.
- Para la categoría vidrio, es importante determinar la proporción de vidrio reciclado utilizado en el país, se trabajará en conjunto al equipo sectorial de Residuos.
- Para la categoría Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono se trabajará en estrecha relación con la Unidad de Ozono del MMA, ya que ellos han desarrollado encuestas que han generado nueva información al respecto.

5. SECTOR UTILIZACIÓN DE DISOLVENTES Y OTROS PRODUCTOS (3)

5.1. Panorama general del sector

Este sector considera las emisiones procedentes de la utilización de productos como lubricantes, ceras, alquitrán, solventes, pinturas, etc. Las categorías incluidas son las siguientes:

- 3A Aplicaciones de pintura.
- 3B Desengrase y limpieza en seco.
- 3C Productos químicos, fabricación y procesamiento.
- 3D Otros.

En el contexto nacional, la única categoría en la que se han contabilizado emisiones es Productos químicos, fabricación y procesamiento. Esta categoría incluye las emisiones de la utilización de los productos siguientes:

- Uso de lubricantes en aplicaciones industriales y transporte, y
- Uso de la cera de parafina en aplicaciones.

El principal uso de los lubricantes es en las aplicaciones industriales y en el transporte. Los lubricantes se producen en las refinerías, por separación del petróleo crudo, o en las plantas petroquímicas. El consumo de lubricantes en Chile, entre 1990 y 2010, ha sido extremadamente variable. Durante dicho período, el uso de lubricantes se ha sustentado principalmente en las importaciones, ya que la producción nacional de éstos es notablemente inferior a la importación. Una excepción a la anterior afirmación ocurrió en 2010, año en que, de acuerdo a las cifras proporcionadas por el INE, se produjo 223.618 toneladas de lubricantes.

Las ceras de parafina se utilizan en aplicaciones tales como velas, cajas corrugadas, revestimientos de papel, encolados de placas, producción de alimentos, betunes de brillo, tensoactivos (como los utilizados en los detergentes), entre otros usos. El uso de ceras en Chile, entre 1990 y 2010, se sustenta principalmente en las importaciones, ya que la producción, de acuerdo a la información entregada por el INE, es bastante menor que las importaciones.

El sector UDOP es el menor sector emisor de GEI en el país. En el año 2010, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 243,0 GgCO₂eq, o 0,3% de las emisiones de GEI totales. Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 195,1%. El principal causante del aumento es el cambio en utilización de los lubricantes en el país. A nivel de categorías, 100% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la categoría Productos químicos, fabricación y procesamiento (Cuadro 42, Figura 36 y Figura 37). El único GEI emitido por el sector fue el CO₂.

Cuadro 42. Sector UDOP: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por categoría, serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
3C. Productos químicos, fabricación y procesamiento	82,3	94,8	118,0	110,7	243,0
Total	82,3	94,8	118,0	110,7	243,0

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

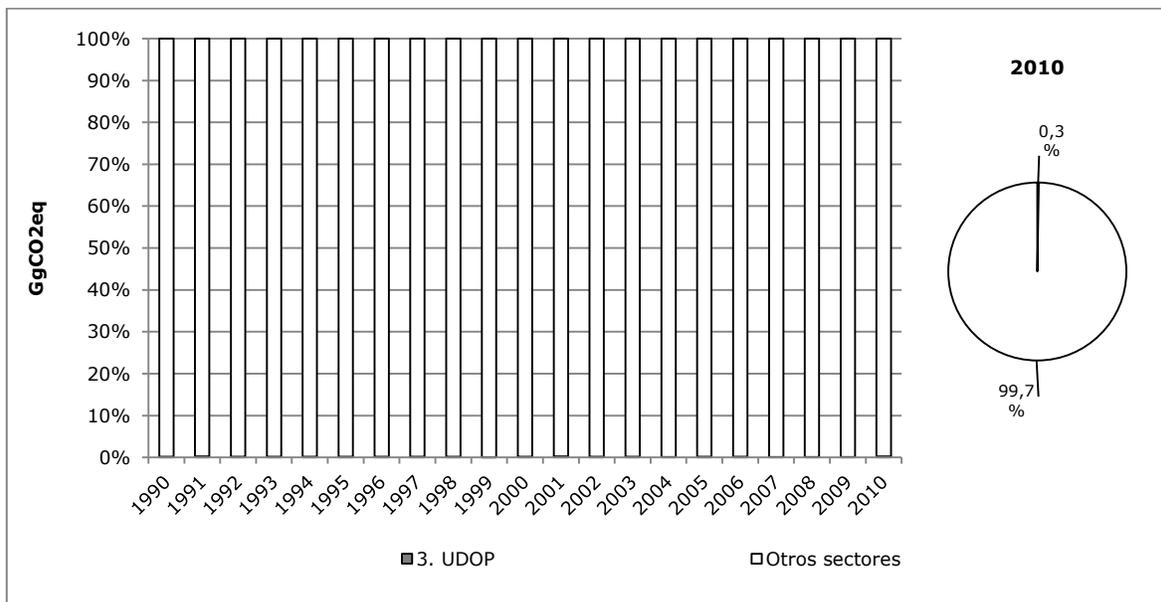


Figura 36. Sector UDOP: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS)

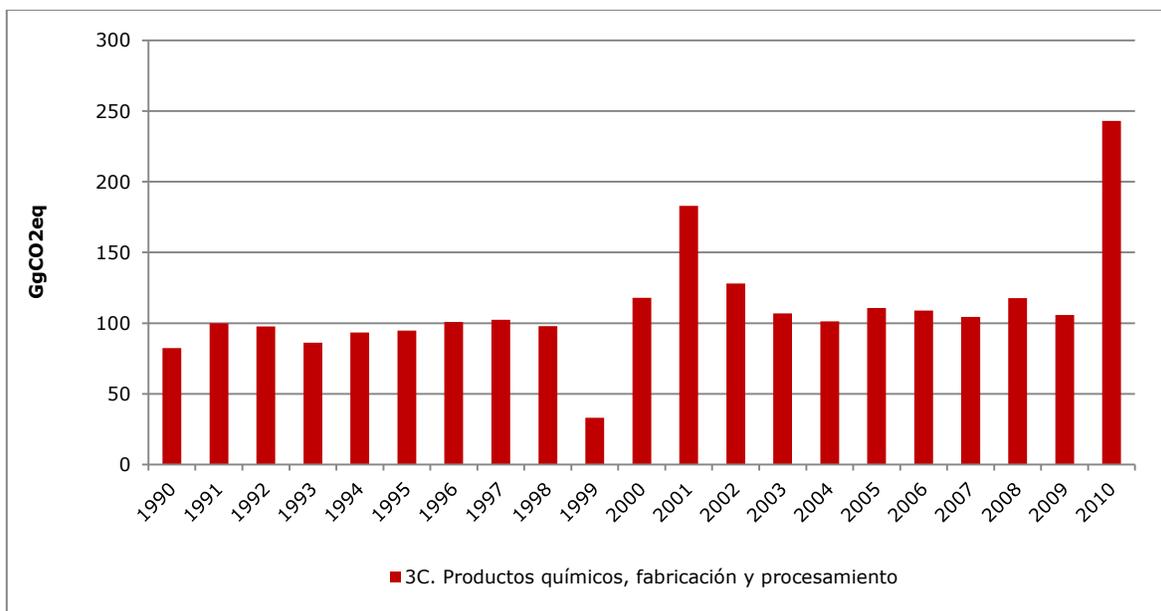


Figura 37. Sector UDOP: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010

5.1.1. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo del sector, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 43. Utilización de disolventes y otros productos: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3. Utilización de disolventes y otros productos	T1	D			NO	NO
A. Aplicaciones de pintura	NE	NE				
B. Desengrase y limpieza en seco	NE	NE				
C. Productos químicas, fabricación y procesamiento	T1	D				
D. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto; NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

La metodología general utilizada para estimar las emisiones de GEI se basa en la multiplicación del factor de emisión, compuesto por el factor de contenido de carbono y un factor que representa la fracción de carbono del combustible fósil que se oxida durante la utilización (ODU, por sus siglas en inglés). Este concepto se aplica a la oxidación únicamente durante el primer uso de los lubricantes y de las ceras de parafina, pero no a los usos ulteriores.

5.1.1.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad del uso de lubricantes provienen de un balance entre la producción, las importaciones y exportaciones. Los datos de producción se obtienen del INE, que proporciona datos desde 1998 hasta 2010. La producción para los años 1990 a 1997 fueron estimados mediante método personalizado de acuerdo a las GL2006. Las importaciones y exportaciones fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Aduanas.

Los datos de actividad referidos al uso de parafina fueron estimados de forma similar, debiendo hacerse un tratamiento de los datos de producción dados por el INE.

5.1.1.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006, para la categoría correspondiente.

5.2. Procedimiento de garantía y control de la calidad

El sector UDOP fue desarrollado por el equipo sectorial de IPPU, por lo tanto, el procedimiento de garantía y control de la calidad aplicado al sector puede ser revisado en el capítulo 4. Procesos industriales.

5.3. Mejoras planificadas

El sector UDOP fue desarrollado por el equipo sectorial de IPPU, por lo tanto las mejoras planificadas del sector puede ser revisadas el capítulo 4. Procesos industriales.

6. SECTOR AGRICULTURA (4)

6.1. Panorama general del sector

Este sector incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias. Se contabilizan las emisiones de CH₄ y N₂O, asociadas tanto a las actividades pecuarias como al cultivo del arroz, al aporte antrópico de nitrógeno a los suelos y a la quema *in situ* de residuos de cultivos. Las categorías incluidas son las siguientes:

- 4A Fermentación entérica.
- 4B Manejo del estiércol.
- 4C Cultivo del arroz.
- 4D Suelos agrícolas.
- 4E Quema prescrita de sabanas.
- 4F Quema en el campo de residuos agrícolas.

En el contexto nacional, se incluyen emisiones de GEI de todas las categorías anteriormente mencionadas, salvo la Quema prescrita de sabanas, debido a que esta formación vegetal no existe en el país.

El sector Agricultura es el segundo sector emisor de GEI en el país, que representa el 15,1% de las emisiones de GEI totales (Figura 38).

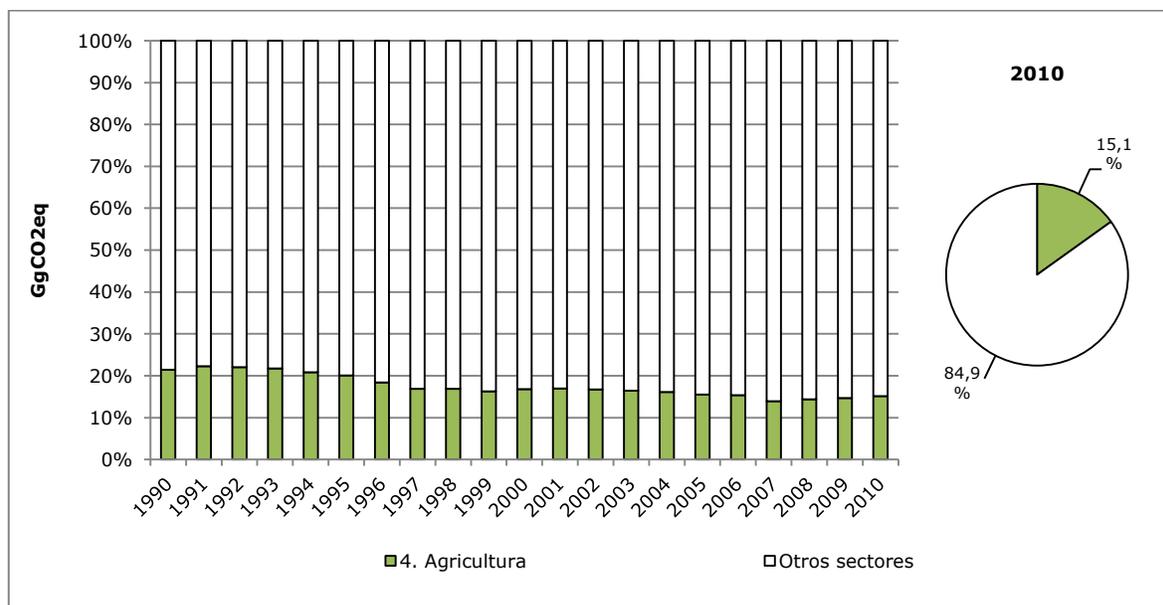


Figura 38. Sector Agricultura: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS)

En 2010, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 13.825,6 GgCO₂eq (Cuadro 44). Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 29,1%. Como se aprecia en la Figura 39, el principal causante del aumento es el crecimiento sostenido de las emisiones de la

categoría Suelos agrícolas, que representan más del 50% de las emisiones de GEI del sector, producto del aumento en el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, especialmente ocurrido en cultivos anuales.

A nivel de categorías, 52,4% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la categoría Suelos agrícolas, seguido de un 34,4% de Fermentación entérica, 12,1% de Manejo del estiércol y 1% restante correspondiente a las categorías Cultivo de arroz y Quema en el campo de los residuos agrícolas.

Cuadro 44. Sector Agricultura: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por categoría, serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
4A. Fermentación entérica	4.317,1	4.738,3	4.956,7	4.906,1	4.762,5
4B. Manejo del estiércol	1.254,7	1.423,2	1.593,8	1.585,0	1.678,9
4C. Cultivo del arroz	137,9	143,6	109,0	105,9	103,8
4D. Suelos agrícolas	4.856,2	5.500,5	5.764,8	6.081,0	7.251,4
4F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	144,3	87,0	68,8	58,9	29,1
Total	10.710,2	11.892,6	12.493,2	12.736,9	13.825,6

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

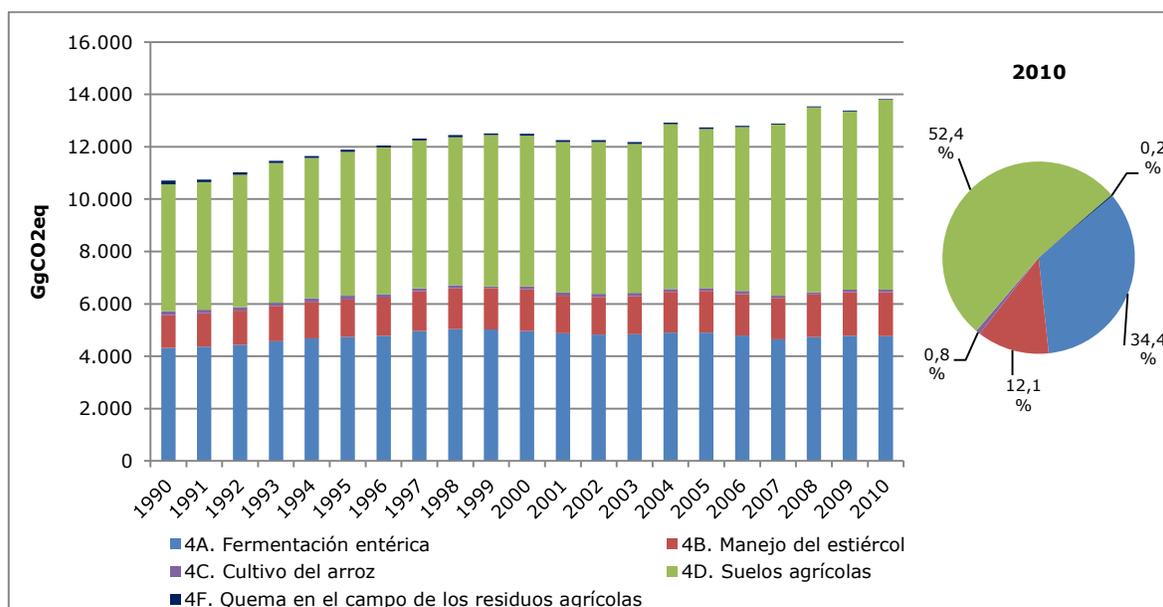


Figura 39. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010

En 2010, el principal GEI emitido por el sector fue el N₂O, contabilizando un 54,7% de las emisiones de GEI del sector, lo sigue el CH₄ con un 45,3%. En el sector no se contabilizan emisiones de CO₂ (Cuadro 45 y Figura 40).

Cuadro 45. Sector Agricultura: emisiones por tipo de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

GEI	1990	1995	2000	2005	2010
CH ₄	5.640,9	6.163,0	6.469,0	6.359,4	6.259,8
N ₂ O	5.069,3	5.729,5	6.024,2	6.377,5	7.565,9
Total	10.710,2	11.892,6	12.493,2	12.736,9	13.825,6

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE

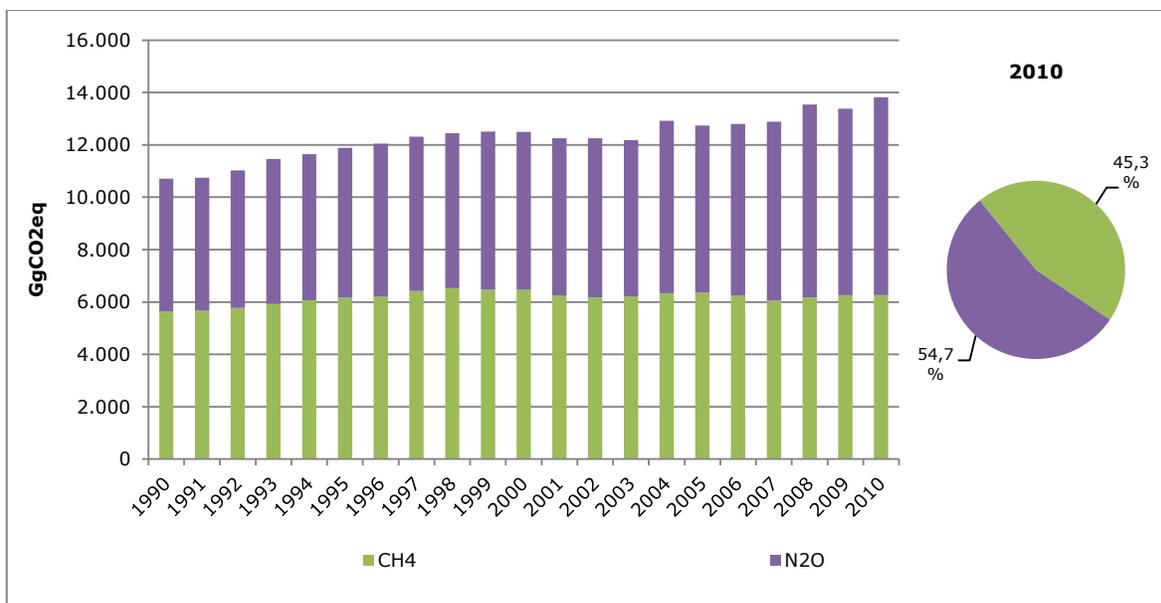


Figura 40. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones por tipo de GEI, serie 1990-2010

En 2010, las emisiones de GEI de origen animal contabilizaron 10.547,1 GgCO₂eq, mientras que las emisiones de GEI de origen vegetal han contabilizado 3.278,5 GgCO₂eq (Cuadro 46 y Figura 41). Desde el año 1990, las emisiones de GEI de origen animal se han incrementado en un 18,4%, principalmente por el crecimiento de la población animal e incremento de la condición de confinamiento de esta, que repercute en un aumento de emisiones de CH₄ producto de la fermentación entérica y manejo del estiércol, mientras que las emisiones de GEI de origen vegetal han incrementado de forma importante en un 81,8%, principalmente por el aumento en el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos, aunque también ha influido el crecimiento de la práctica de incorporar los residuos orgánicos a los suelos.

Cuadro 46. Sector Agricultura: emisiones de GEI (GgCO₂eq) de origen vegetal y origen animal, serie 1990-2010

Origen	1990	1995	2000	2005	2010
Vegetal	1.803,8	2.153,0	2.180,7	2.242,1	3.278,5
Animal	8.906,3	9.739,5	10.312,5	10.494,8	10.547,1
Total	10.710,2	11.892,6	12.493,2	12.736,9	13.825,6

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

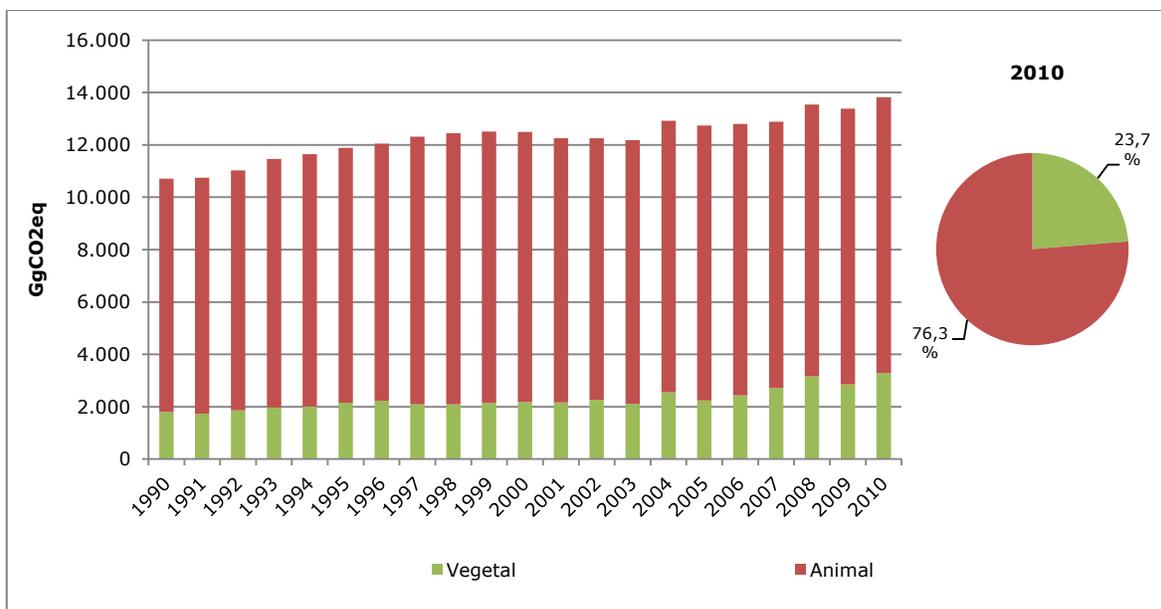


Figura 41. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI de origen vegetal y origen animal, serie 1990-2010

Una particularidad del sector Agricultura en el INGEI de Chile es que sus emisiones han sido contabilizadas a nivel de región administrativa. En la Figura 42 se observa que, en el año 2010, un 18,1% de las emisiones de GEI del sector corresponden a la X Región de los Lagos (concentrando las emisiones de la actividad pecuaria bovina), seguida de un 15,7% de la IX Región de La Araucanía (concentrando las emisiones desde los suelos agrícolas y quema de residuos), 11,2% de la XIV Región de los Ríos, otro 11,2% de la VIII Región del Biobío, 8,6% de la XIII Región Metropolitana de Santiago (concentrando las emisiones desde el manejo del estiércol animal), 8,0% de la VII Región del Maule (en donde se concentra la actividad del cultivo del arroz) y el 27,7% restante correspondiente a las otras nueve regiones administrativas.

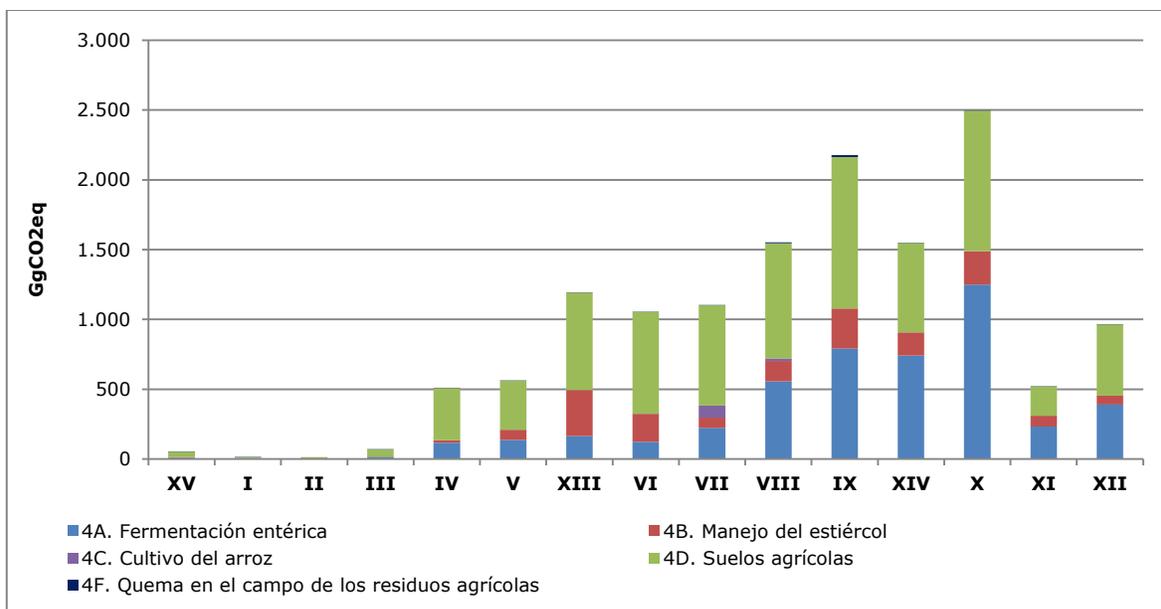


Figura 42. Sector Agricultura: emisiones de GEI por categoría y región administrativa, año 2010

6.2. Fermentación entérica (4A)

6.2.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

El metano se produce como subproducto de procesos digestivos, mayormente en animales de estómago compuesto (rumiantes, como vacunos y, ovinos), aunque hay animales no rumiantes (p. ej. cerdos, caballos) que también emiten CH₄.

En el caso nacional, las especies incorporadas son las siguientes:

- Ganado¹⁸ (desagregado en ganado lechero y ganado no lechero),
- Ovinos (ovejas),
- Caprinos (cabras),
- Camélidos (llamas y alpacas),
- Equinos (caballos),
- Mulas y asnos, y
- Porcinos (cerdos).

En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 4.762,5 GgCO₂eq, o 34,4% dentro del sector (Cuadro 47). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 10,3%. El principal causante del aumento es el crecimiento de la población animal, específicamente del ganado bovino.

¹⁸ Se entenderá por ganado específicamente los bovinos vacunos.

A nivel de especies, el Ganado no lechero es la de mayor importancia con un 61,0%, seguido de 24,0% del Ganado lechero, 8,7% de Ovejas, 2,2% de Caballos. Cerdos contabilizó un 2,2% y Cabras por un 1,5%. El restante 0,3% es debido a Camélidos, Mulass y asnos (Figura 43).

Cuadro 47. Fermentación entérica: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por especie, serie 1990-2010

Especie	1990	1995	2000	2005	2010
4A1. Ganado lechero	962,2	1.097,1	1.175,1	1.178,8	1.144,3
4A1. Ganado no lechero	2.587,4	2.925,9	3.083,1	3.021,6	2.904,6
4A3. Ovejas	454,0	406,8	394,1	404,3	414,6
4A4. Cabras	89,9	80,2	75,7	74,6	73,5
4A5. Camélidos	19,7	20,8	18,8	14,8	11,4
4A6. Caballos	154,2	151,6	140,0	122,4	104,8
4A7. Mulass y asnos	3,8	4,0	4,4	4,8	5,3
4A8. Cerdos	45,8	51,7	65,6	84,8	103,9
Total	4.317,1	4.738,3	4.956,7	4.906,1	4.762,5

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

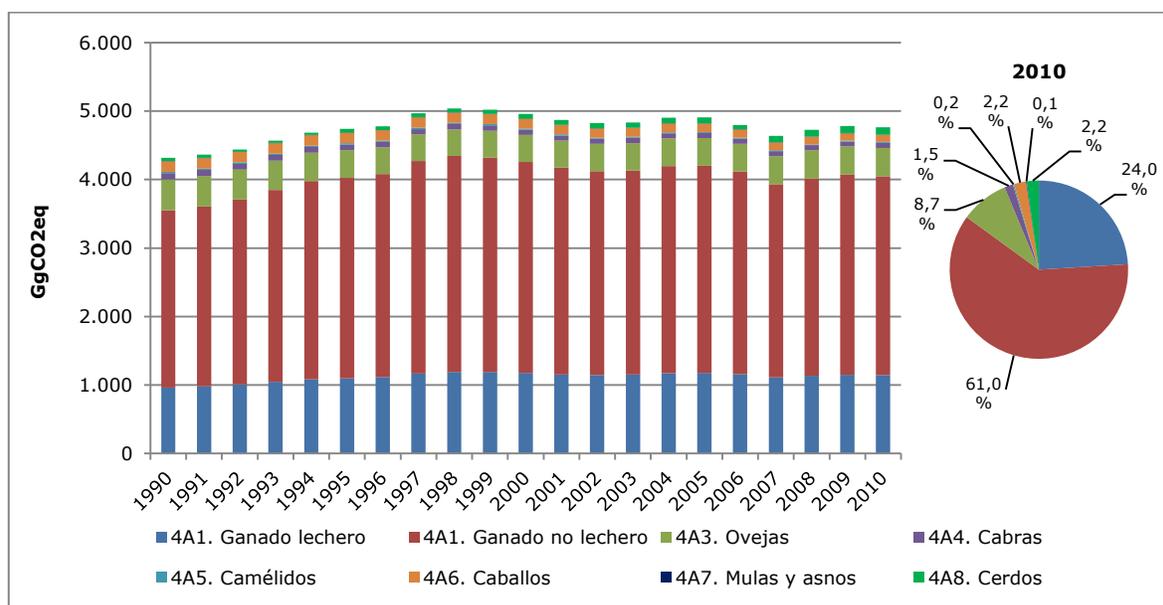


Figura 43. Fermentación entérica: tendencia de las emisiones de GEI por especie, serie 1990-2010

6.2.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Fermentación entérica, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 48. Fermentación entérica: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
A. Fermentación entérica			T1b, T2	D, CS		
1. Ganado			T2	CS		
2. Búfalos			NO	NO		
3. Ovejas			T1b	D		
4. Cabras			T1b	D		
5. Camélidos			T1b	D		
6. Caballos			T1b	D		
7. Mulass y asnos			T1b	D		
8. Cerdos			T1b	D		
9. Aves de corral			NE	D		
10. Otro			NE	D		

T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico; NE = No estimado; NO = No ocurre.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Ganado

En el caso del Ganado, sus emisiones fueron estimadas con un método Nivel 2, lo que implica la utilización de factores de emisión país específicos desagregados regionalmente. La fórmula utilizada desde las GL2006 para el cálculo de las emisiones de CH₄ en un Nivel 2 es la siguiente:

$$FE = \left[\frac{GE \times \left(\frac{Y_m}{100} \right) \times 365}{55,65} \right]$$

Donde:

- *FE* = factor de emisión, kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹
- *GE* = ingesta de energía bruta, MJ cabeza⁻¹ día⁻¹
- *Y_m* = factor de conversión en metano, porcentaje de la energía bruta del alimento convertida en metano
- El factor 55,65 (MJ/kg CH₄) es el contenido de energía del metano

Ya en la elaboración del INGEI anterior, se contaba con factores de emisión país específicos para el Ganado. Por lo tanto, en esta oportunidad, se trabajó en actualizar la información de apoyo. En esta labor, se tuvo gran apoyo de investigadores del Centro de Investigación Regional Remehue (CRI Remehue) del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), realizando una caracterización minuciosa y logrando una estimación de la energía bruta consumida por cada tipo animal y sistema de manejo, variable clave para calcular los factores de emisión de país específicos. Utilizando la GL2006 y juicio experto, se estimaron nuevos factores de emisión animal-tipo específicos.

Otras especies

Las emisiones de las estas subcategorías fueron calculadas con un método de Nivel 1b, lo que implica una desagregación de los datos de actividad estadísticos a nivel regional, utilizando factores de emisión por defecto.

6.2.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de población necesarios para todas las subcategorías fueron obtenidos de los *Censos Agropecuarios 1997 y 2007*, de las estadísticas anuales publicadas por ODEPA y de la FAOSTAT. Estos datos se encuentran desagregados por región administrativa, lo que permitió la aplicación de un método de Nivel 1b para las subcategorías Ovejas, Cabras, Camélidos, Caballos, Mulass y asnos, y Cerdos. Los datos paramétricos de estas subcategorías fueron por defecto de acuerdo a las GL2006.

6.2.2.2. Factores de emisión

Ganado

Para la subcategoría Ganado, desde el inventario anterior presentado en la *Segunda Comunicación Nacional de Chile* (MMA, 2011) ya se contaban con factores de emisión de Nivel 2. En esta ocasión, se hizo una revisión de los cálculos de manera de contar con valores ajustados; esta labor fue efectuada por los investigadores de INIA-Remehue¹⁹. Para llegar a los nuevos factores de emisión se realizó una caracterización minuciosa, logrando una estimación de la energía bruta consumida por cada tipo animal y sistema de manejo (Cuadro 49), de acuerdo a la metodología presentada en las GL2006.

Cuadro 49. Ganado: Determinación de la energía bruta en el ganado lechero y ganado no lechero por pastoreo directo

Grupos de animales	Peso en pie, kg	Cf-por defecto	Energía neta necesaria para mantenimiento (ENm)	Coefficiente de alimentación (Ca)	Energía neta para actividad (ENa)	Energía neta debida a pérdida de peso	Coefficiente de crecimiento	Peso corporal adulto, kg	Aumento de peso diario (kg día ⁻¹)	Energía neta para crecimiento (ENC)
Vacas lecheras en producción	600	0,335	40,6	0,17	6,9	0	0,8	600	0	0
Vacas lecheras secas	600	0,335	40,6	0,17	6,9	0	0,8	600	0	0
Vacas carne	500	0,335	35,4	0,17	6,02	0	0,8	500	0	0
Vaquillas	300	0,322	23,2	0,17	3,95	0	0,8	300	0,4	9,53
Adultos carne	450	0,322	31,5	0,17	5,35	0	1	450	0,35	6,96
Jóvenes carne	260	0,322	20,8	0,17	3,54	0	0,9	260	0,3	6,36
Terneros	150	0,322	13,8	0,17	2,35	0	0,9	150	0,3	6,36
Fuente	Juicio de experto	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	Juicio de experto	GL2006	GL2006
Grupos de animales	Coefficiente para la preñez	Energía neta para la preñez (ENp)	Productividad, kg leche/día	Grasa en la leche, %	Energía para lactancia (ENI)	Energía neta para la labor	Relación en para mantenimiento en dieta/E digestible consumida	Relación en para crecimiento en dieta/E digestible consumida	Digestibilidad de los alimentos (ED)	Energía bruta (EB)
Vacas lecheras en producción	0,1	3,66	9,66	0,0381	14,4	0	0,5195	0,3085	65	194,0489
Vacas lecheras secas	0,1	3,66	2,57	0,035	3,8	0	0,5195	0,3085	65	162,8604
Vacas carne	0,1	3,54	2,57	0,03	3,8	0	0,5195	0,3085	65	144,5261
Vaquillas	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	127,9498
Adultos carne	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	143,7321
Jóvenes carne	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	103,9726
Terneros	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	79,5529
Fuente	GL2006	GL2006	Juicio de experto	Juicio de experto	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	Juicio de experto	GL2006

Fuente: GL2006 y juicio experto de investigadores de INIA-Remehue.

Los factores de emisión, desagregados por región y por tipo de ganado, se presentan en el Cuadro 50.

¹⁹ Marta Alfaro, Francisco Salazar y Erika Vistoso, principalmente.

Cuadro 50. Ganado: factores de emisión de Nivel 2 calculados para el ganado vacuno

Factores de emisión (kg CH ₄ animal ⁻¹ año ⁻¹)															
Tipo de ganado	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
Vacas lecheras	78,60	78,60	78,60	78,60	79,80	79,80	79,80	79,80	79,80	78,06	77,44	77,48	76,81	76,81	76,81
Vacas carne	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	26,16	12,03	5,54	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88
Vaquillas	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35	50,35
Vacunos carne adultos	56,56	56,56	56,56	56,56	70,66	70,66	70,66	70,66	70,66	70,66	64,39	58,13	58,13	56,56	56,56
Vacunos carne jóvenes	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92
Terneros	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66	31,66

Fuente: Juicio experto de investigadores de INIA-Remehue.

Ovejas, Cabras, Camélidos, Caballos, Mulas y asnos, Cerdos

Para estas especies se utilizaron los factores de emisión por defecto proporcionados por las GL2006.

6.3. Manejo del estiércol (4B)

6.3.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

El CH₄ se produce a partir de la descomposición del estiércol bajo condiciones anaeróbicas, mientras que el N₂O se produce bajo condiciones aeróbicas o de una mezcla de condiciones aeróbicas y anaeróbicas. Consecuentemente, las emisiones de los gases dependen del tipo de estiércol y del sistema de almacenamiento.

En el contexto nacional, las emisiones de CH₄ provienen mayoritariamente del ganado vacuno (desagregado en vacas lecheras, vacas carne, vaquillas, terneros, vacunos carne adulto y vacunos carne joven), ovinos, caprinos, equinos, mulas y asnos, camélidos sudamericanos (llamas y alpacas), porcinos (dividido en marranas, verracos y juveniles) y broilers, como aves de corral.

En el caso de las emisiones de N₂O se consideran los sistemas de manejo del estiércol (SME) siguientes:

- Lagunas anaeróbicas: Ganado lechero,
- Almacenamiento sólidos y parcelas secas: Ganado no lechero y Aves de corral, y
- Otros sistemas de manejo: Cerdos.

Las otras especies se consideran en pastoreo directo, por lo que las emisiones de N₂O desde excretas son contabilizadas en la categoría Suelos agrícolas.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 1.678,9 GgCO₂eq, o 12,1% dentro del sector (Cuadro 51). Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 33,8%. El principal causante del aumento es el crecimiento de la población animal. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 44 se deben principalmente a la entrada en funcionamiento de biodigestores en algunos importantes planteles porcinos (año 2000).

A nivel de especies, el Ganado no lechero es el más importante con un 43,3%, seguido de 26,7% de Cerdos, 9,0% de Caballos, 8,8% de Ganado lechero. El sistema de Almacenamiento de sólido y

parcelas secas contabilizó un 7,1% y Lagunas anaeróbicas un 2,2%. El restante 2,9% es debido al resto de las subcategorías.

Cuadro 51. Manejo del estiércol: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por especie y sistema de manejo del estiércol, serie 1990-2010

Especie	1990	1995	2000	2005	2010
4B1. Ganado lechero	138,1	155,4	161,6	155,0	147,7
4B1. Ganado no lechero	629,0	712,1	756,6	752,1	727,4
4B3. Ovejas	14,5	13,0	12,6	12,9	13,3
4B4. Cabras	3,1	2,7	2,6	2,5	2,5
4B5. Camélidos	4,7	5,0	4,5	3,6	2,7
4B6. Caballos	14,1	13,8	12,8	11,2	9,5
4B7. Mulas y asnos	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5
4B8. Cerdos	270,2	304,6	386,5	349,4	448,0
4B9. Aves de corral	7,6	11,3	15,8	17,6	20,9
4B11. Lagunas anaeróbicas	33,6	38,0	40,0	39,0	37,4
4B13. Almacenamiento sólido y parcelas secas	107,9	124,3	130,5	122,6	118,6
4B14. Otros SME	31,6	42,7	69,9	118,6	150,4
Total	1.254,7	1.423,2	1.593,8	1.585,0	1.678,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

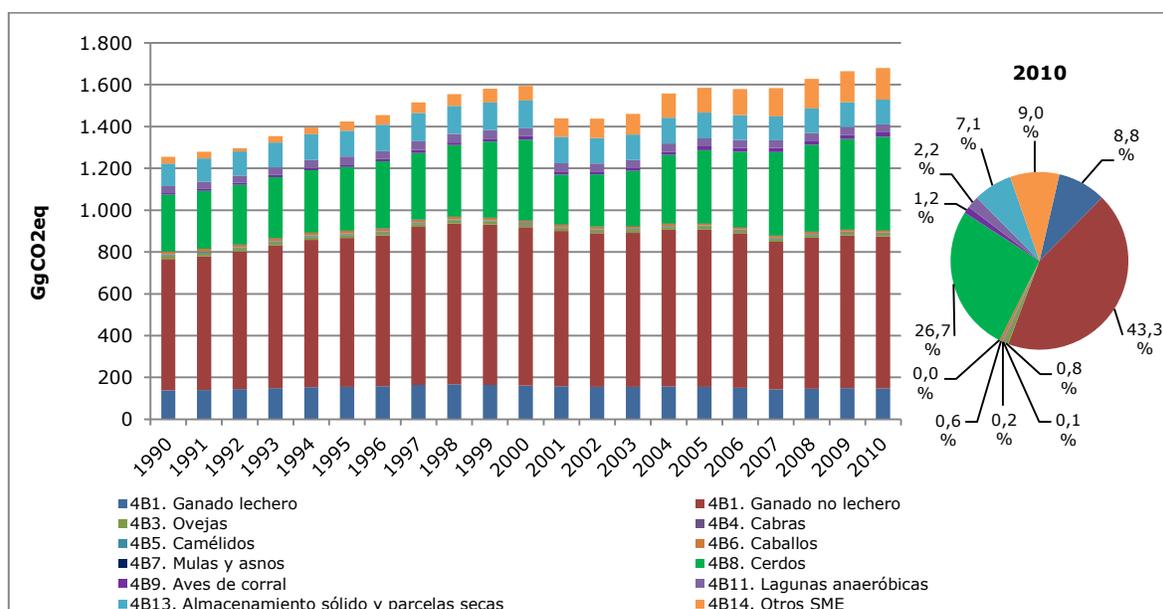


Figura 44. Manejo del estiércol: tendencia de las emisiones de GEI por especie y sistema de manejo del estiércol, serie 1990-2010

6.3.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Manejo del estiércol, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 52. Manejo del estiércol: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
B. Manejo del estiércol			T1b, T2	D, CS	T1b	D
1. Ganado			T2	CS		
2. Búfalos			NO	NO		
3. Ovejas			T1b	D		
4. Cabras			T1b	D		
5. Camellos y Llamas			T1b	D		
6. Caballos			T1b	D		
7. Mulass y asnos			T1b	D		
8. Cerdos			T2	CS		
9. Aves de corral			T1b	D		
10. Otros			NE	NE		
11. Lagunas anaeróbicas					T1b	D
12. Sistemas de tipo líquido					NO	D
13. Almacenamiento sólido y parcelas secas					T1b	D
14. Otros SME					T1b	D

T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico; NE = No estimado; NO = No ocurre.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Ganado y Cerdos

Para las emisiones de CH₄ se contó con factores de emisión Nivel 2 para los vacunos y los porcinos, debido al aporte mayoritario de estas especies a las emisiones de la categoría. El método de Nivel 2 implica la desagregación de la población animal en grupos homogéneos de animales y la utilización de factores de emisión país específicos.

Otras especies

Las emisiones de CH₄ fueron estimadas por el método de Nivel 1. Para su aplicación, basta conocer las poblaciones por especie, las que se multiplican por los factores de emisión por defecto correspondientes.

Sistemas de manejo del estiércol

Para la estimación de las emisiones de N₂O, el Ganado fue asignado a diferentes sistemas de manejo del estiércol, y también el Ganado se dividió como se indicó anteriormente. La asignación de los Cerdos a los sistemas de manejo del estiércol fue información aportada por la Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile (ASPROCER A.G.).

6.3.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Ganado y otras especies

Los datos de actividad de cada especie fueron los mismos utilizados en la categoría Fermentación entérica.

Cerdos

Para la desagregación de población porcina entre los diferentes sistemas de manejo de estiércol se utilizó información elaborada por la ASPROCER A.G.

Sistemas de manejo del estiércol

La distribución de la población se realizó en base a juicio experto²⁰. Un dato paramétrico importante para estimar las emisiones de N₂O de cada especie animal corresponde a la tasa anual de excreción de nitrógeno de cada especie animal. Cabe expresar que estas tasas fueron calculadas aplicando los valores de excreción por cada 1.000 kg de peso vivo al día, que aportan las GL2006 (Cuadro 10.19, Capítulo 10 Volumen 4, GL2006) y multiplicándolas por la masa corporal animal determinada según juicio de experto²¹. Los valores utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 53. Tasas de excreción de nitrógeno (kg N animal-año⁻¹)

Animal	Tasa de excreción de N (kg N 1.000 kg peso vivo-día ⁻¹)	Peso corporal promedio (kg peso vivo)	Excreción de N (kg N animal-año ⁻¹)
Ganado lechero	0,48	650	113,9
Ganado no lechero			
Vacas Carne	0,36	550	72,3
Vaquillas	0,36	350	46,0
Adultos Carne	0,36	450	59,1
Jóvenes Carne	0,36	250	32,9
Terneros	0,36	150	19,7
Ovejas	1,17	60	25,6
Cabras	1,37	50	25,0
Llamas y Alpacas	0,46	95	16,0
Caballos	0,46	450	75,6
Mulas y asnos	0,46	237,5	39,9
Cerdos			
Verracos	0,50	220	40,2
Marranas	0,50	200	36,5
Juveniles	0,50	64	11,7
Aves de corral	0,82	2,5	0,7

Fuente: valores por defecto de GL2006; valores país específicos de juicio de expertos de investigadores de INIA-Remehue y profesionales de ASPROCER A.G.

6.3.2.2. Factores de emisión

Ganado

Los factores de emisión de Nivel 2 para la emisión de CH₄ por Manejo del estiércol, que fueron utilizados en el cálculo de emisiones de esta subcategoría, se presentan en el Cuadro siguiente:

Cuadro 54. Ganado: factores de emisión de Nivel 2 calculados para el ganado vacuno

Tipo de ganado	Factores de emisión (kg CH ₄ (animal-año) ⁻¹)														
	XV	I	II	III	IV	V	XIII	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
Vacas lecheras	19,2	19,2	19,2	19,2	28,4	28,4	28,4	28,4	28,4	14,6	9,7	10,1	4,8	4,8	4,8
Vacas carne	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,1	36,3	36,3	36,3	36,3	36,3
Vaquillas	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	0,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Vacunos carne adultos	1,6	1,6	1,6	1,6	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4	35,4	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8
Vacunos carne jóvenes	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	39,2	39,2	39,2	39,2	39,2
Terneros	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3

Fuente: Juicio experto de investigadores de INIA-Remehue.

²⁰ Investigadores de INIA-Remehue

²¹ Investigadores de INIA-Remehue y profesionales de ASPROCER A.G.

Cerdos

Los factores de emisión de Nivel 2 para la emisión de CH₄ por Manejo del estiércol calculados con datos paramétricos aportados por ASPROCER A.G y que fueron utilizados para el cálculo de emisiones de esta subcategoría, se presentan en el Cuadro siguiente:

Cuadro 55. Cerdos: factores de emisión de Nivel 2 calculados

Factores de Emisión (kg CH ₄ (animal-año) ⁻¹)	
Marranas	26,07
Verracos	20,85
Juveniles	6,95

Fuente: Juicio experto de profesionales de ASPROCER A.G.

Otras especies y Otros SME

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006, para todas las subcategorías restantes.

6.4. Cultivo del arroz (4C)

6.4.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

La descomposición anaeróbica de material orgánico en los arrozales inundados produce CH₄, que se libera a la atmósfera fundamentalmente a través de burbujas de agua y mediante el transporte a través de las plantas del arroz. La cantidad emitida está en función de las variedades de arroz, de la extensión del período de inundación, de la cantidad de ciclos de cultivación y duración de cada cultivación, de la temperatura del suelo, del método de riego y de la incorporación de sustratos orgánicos.

En el caso de Chile, esta especie es cultivada en unas pocas regiones administrativas centrales, en todos los casos bajo anegamiento permanente y sin incorporación de sustratos orgánico, habiendo una cosecha por año.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 103,8 GgCO₂eq, o 0,8% dentro del sector (Cuadro 56 y Figura 45). Desde el año 1990, las emisiones de GEI han decrecido en un 24,7%, debido a una disminución sostenida de la superficie cultivada.

Cuadro 56. Cultivo del arroz: emisiones de metano (GgCO₂eq), serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
4C. Cultivo del arroz	137,9	143,6	109,0	105,9	103,8
Total	137,9	143,6	109,0	105,9	103,8

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

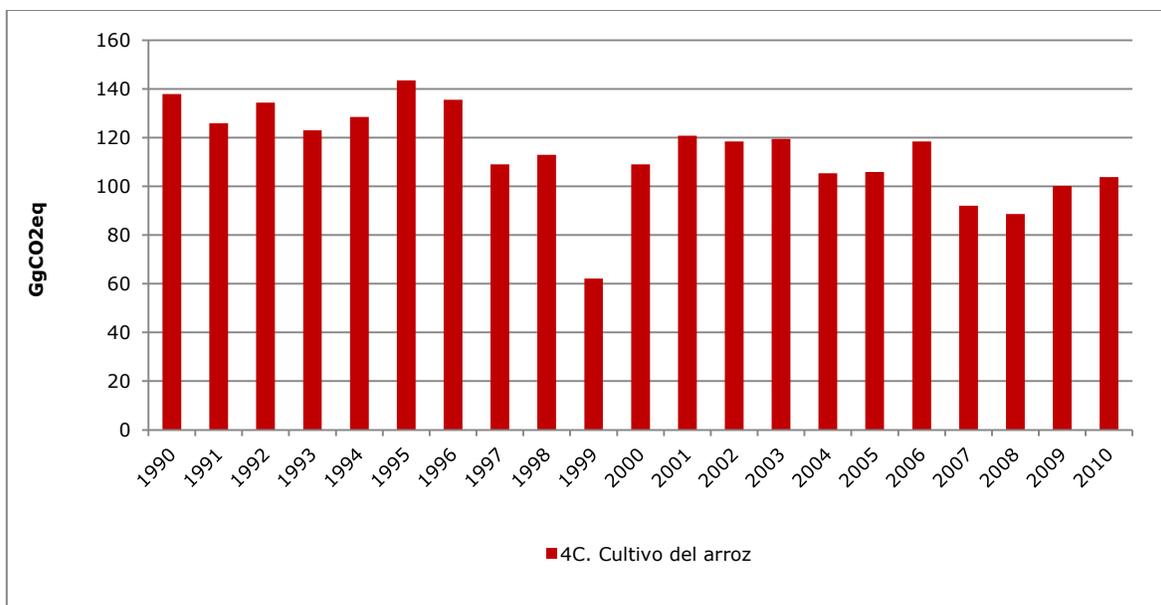


Figura 45. Cultivo del arroz: tendencia de las emisiones de metano, serie 1990-2010

6.4.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Cultivo del arroz, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 57. Cultivo del arroz: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
C. Cultivo del arroz			T1b	D		
1. De regadío			T1b	D		
2. De secoano			NO	D		
3. Aguas profundas			NO	D		
4. Otros			NO	D		

T1b = Desagregado por regiones administrativas; D = Defecto; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

6.4.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La superficie de cosecha anual se obtuvo del *Censo Nacional Agropecuario y Forestal* y de las Estadística de Cultivos elaboradas por ODEPA. La información entregada permite desagregar los datos por región.

6.4.2.2. Factores de emisión

Se empleó un factor de emisión por defecto, suponiendo (1) que no hay inundación durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz, (2) permanentemente inundados durante el período de cultivo y (3) sin aplicación de abonos orgánicos (Efc).

6.5. Suelos agrícolas (4D)

6.5.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

Las emisiones de N₂O desde la superficie de los suelos se producen gracias a los procesos microbianos en el suelo, las emisiones son el resultado, en su mayor parte, de la cantidad de nitrógeno que se agrega a los suelos en forma de fertilizantes sintéticos, residuos animales, residuos de cultivos y lodos de tratamientos de aguas servidas u otros sustratos orgánicos de N, que pueden emitirse “directamente” cuando se aplica el N, o “indirectamente” de N lixiviado como NO₃ o N volatilizado como NH₃ y NO_x y vuelto a depositar en otros lugares.

En el 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 7.251,4 GgCO₂eq, o 52,4% dentro del sector (Cuadro 58). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 49,3%. El principal causante del aumento es el incremento en la utilización de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

A nivel de subcategoría, las Emisiones directas de suelos agrícolas son la de mayor importancia con un 40,3%, seguido de 35,7% de Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas, y un 24,1% de Emisiones indirectas de suelos agrícolas (Figura 46).

Cuadro 58. Suelos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
4D1. Emisiones directas de suelos agrícolas	1.282,9	1.625,1	1.719,8	1.973,4	2.920,1
4D2. Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas	2.464,4	2.628,5	2.727,9	2.663,7	2.586,7
4D3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas	1.108,9	1.246,8	1.317,1	1.443,9	1.744,6
Total	4.856,2	5.500,5	5.764,8	6.081,0	7.251,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

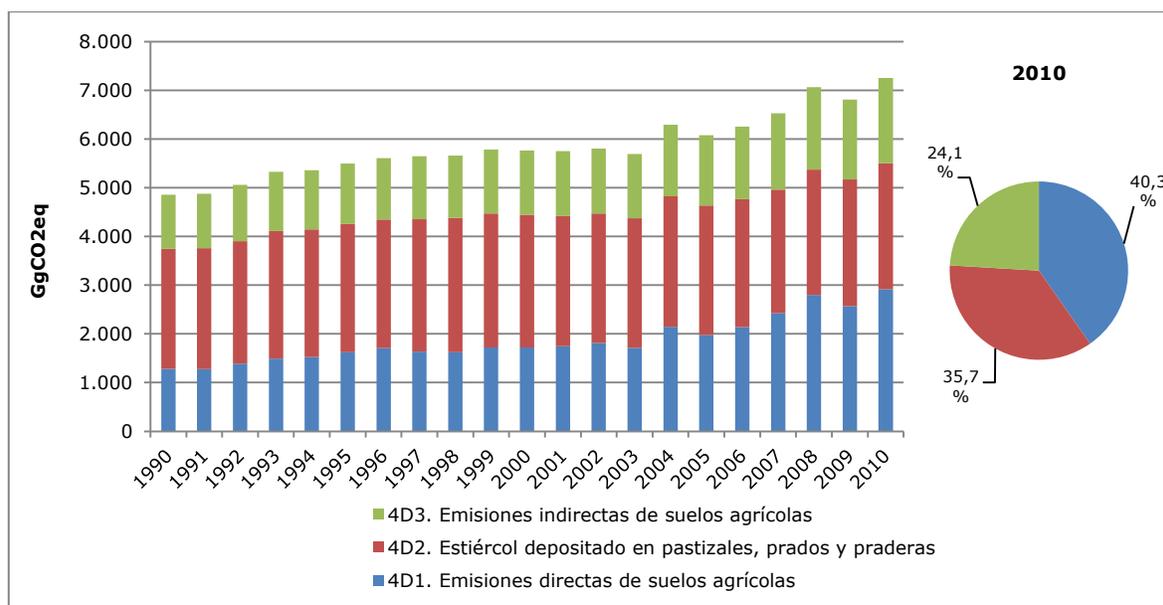


Figura 46. Suelos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

6.5.1.1. Emisiones directas de suelos agrícolas (4D1)

En el contexto nacional, las emisiones directas de N₂O desde suelos agrícolas gestionados, por la aplicación de nitrógeno, proceder de las fuentes siguientes, cuando son incorporados al suelo:

- Fertilizante sintético,
- Estiércol animal aplicado a los suelos, y
- Residuos de las cosechas.

Las emisiones de N₂O desde suelos orgánicos (histosoles) no se ha incluido debido a la carencia de información relacionada con la gestión de este tipo de suelos en el país.

En el 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 2.920,1 GgCO₂eq, o 40,3% dentro de la categoría (Cuadro 59). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 127,6%. El principal causante del aumento es el incremento en el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos.

A nivel de componente, los Fertilizantes sintéticos es la de mayor importancia con un 68,8%, seguido de 15,8% de Residuos de las cosechas y un 15,4% de Estiércol animal aplicado a suelos (Figura 47).

Cuadro 59. Emisiones directas de suelos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
4D1a. Fertilizante sintético	799,4	1.047,4	1.144,8	1.172,6	2.009,5
4D1b. Estiércol animal aplicado a los suelos	79,7	106,7	140,6	334,8	450,1
4D1c. Residuos de las cosechas	403,8	471,0	434,5	466,0	460,5
Total	1.282,9	1.625,1	1.719,8	1.973,4	2.920,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

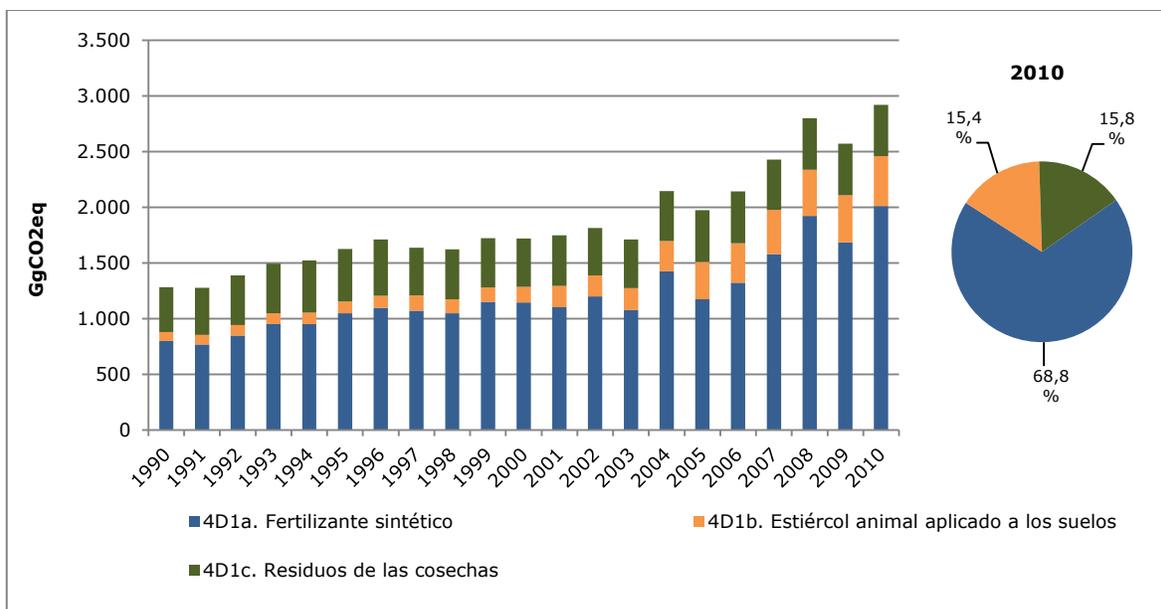


Figura 47. Emisiones directas de suelos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010

6.5.1.2. Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas (4D2)

En 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 2.586,7 GgCO₂eq, o 35,7% dentro de la categoría (Cuadro 58 y Figura 46). Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 5,0%.

6.5.1.3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas (4D3)

Las emisiones indirectas de N₂O consideradas en esta subcategoría son las siguientes:

- Volatilización (como NH₃ y NO_x) del N aplicado como fertilizantes sintéticos y orgánicos, y
- Lixiviación y escorrentía superficial del N aportado por fertilizantes sintéticos y orgánicos, y residuos de cultivos.

En 2010, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 1.744,6 GgCO₂eq, o 24,1% dentro de la categoría (Cuadro 60 y Figura 48). Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 57,3%. El principal causante del aumento es la aplicación de N orgánico desde el estiércol animal, seguido de la fertilización nitrogenada.

A nivel de componente, la Lixiviación es la de mayor importancia con un 54,0%, seguido de 46,0% de Volatilización (Figura 48).

Cuadro 60. Emisiones indirectas de suelos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
N-Fertilizante sintético	79,9	104,7	114,5	117,3	201,0
N-Estírcol animal aplicado a los suelos	15,9	21,3	28,1	67,0	90,0
N-Estírcol depositado en pastizales, prados y praderas	323,0	332,7	339,7	332,9	324,8
N-Manejo del estiércol	70,3	90,3	111,8	155,6	187,4
4D3a. Volatilización	489,2	549,1	594,1	672,7	803,2
N-Fertilizante sintético	147,6	193,4	211,4	216,5	371,0
N-Estírcol animal aplicado a los suelos	17,9	24,0	31,6	75,3	101,3
N-Estírcol depositado en pastizales, prados y praderas	363,4	374,3	382,2	374,5	365,4
N-Residuos de las cosechas	90,9	106,0	97,8	104,9	103,6
4D3b. Lixiviación	619,8	697,7	723,0	771,2	941,3
Total	1.108,9	1.246,8	1.317,1	1.443,9	1.744,6

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

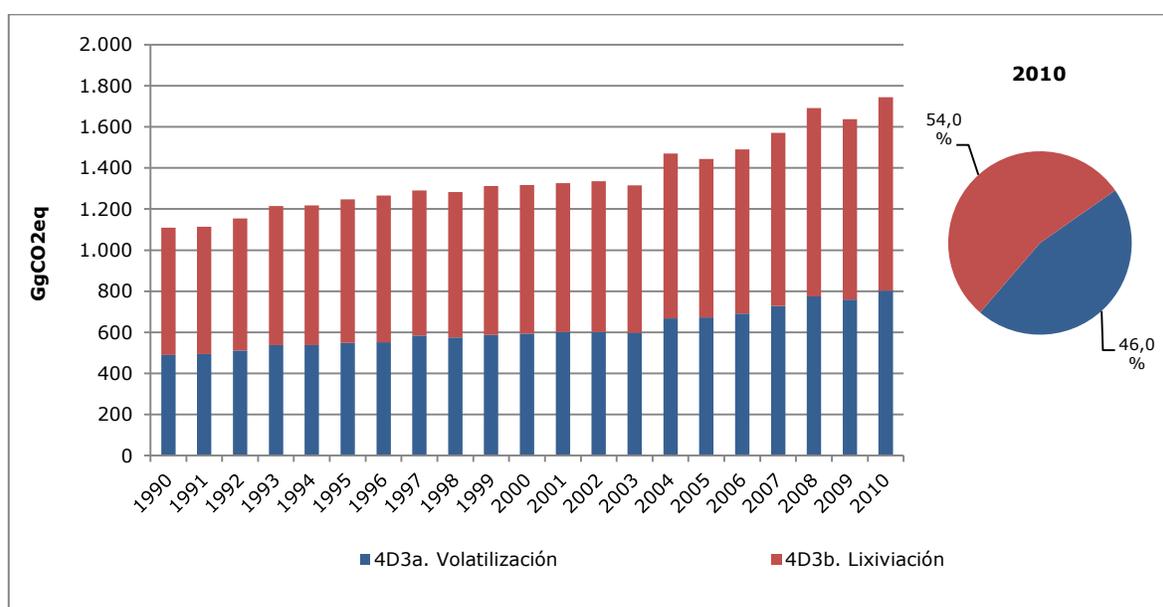


Figura 48. Emisiones indirectas de suelos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010

6.5.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Suelos agrícolas, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 61. Suelos agrícolas: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
D. Suelos agrícolas					T1b	D
1. Emisiones directas de suelos agrícolas					T1b	D
2. Estiércol animal aplicado a los suelos					T1b	D
3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas					T1b	D
4. Otros					NO	NO

T1b = Desagregado por regiones administrativas; D = Defecto; NO = No ocurre.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Las emisiones de las estas subcategorías fueron calculadas con un método de Nivel 1b, lo que implica una desagregación de los datos a nivel regional, utilizando factores de emisión por defecto.

6.5.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Emisiones directas de suelos

Los datos recopilados corresponden a las toneladas de nitrógeno de fertilizantes sintéticos que se consumen en Chile anualmente. La única fuente disponible en el país es la base de datos de la FAO (la FAOSTAT), la cual provee de cifras de consumo aparente anual. Para la desagregación del consumo a nivel regional, se recopiló información sobre la superficie regional de cada uno de los 13 rubros de cultivos y las superficies regadas bajo los distintos métodos disponibles en el *VII Censo Agropecuario y Forestal* (INE, 2007). Así, se desagregaron los datos a nivel regional, de acuerdo a la distribución porcentual de la superficie cultivada. Además, se han utilizado datos sobre los residuos de cosechas (generados usando los datos de productividad tomados de los *censos agropecuarios* y de las estadísticas anuales de ODEPA). Para las subcategorías relacionadas con estiércol animal, estas han sido calculadas en la categoría Manejo del estiércol.

Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas

Los datos se calcularon aplicando tasas de excreción de N las que se multiplicaron por la población animal criada bajo pastoreo directo.

Emisiones indirectas de suelos

Los datos utilizados para esta subcategoría fueron los mismos utilizados en la subcategorías Emisiones directas de suelos.

De acuerdo a las GL2006, para las emisiones indirectas se debe descontar la superficie bajo riego mecanizado ya que este sistema de riego elimina la lixiviación y la escorrentía.

6.5.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para la categoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las GL2006.

6.6. Quema prescrita de sabanas (4E)

Esta categoría no ocurre en el país.

6.7. Quema en el campo de los residuos agrícolas (4F)

6.7.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

Aunque efectivamente ocurren, las emisiones de CO₂ por el quemado *in situ* de residuos de cultivos no generan una liberación neta de CO₂ a la atmósfera porque la vegetación vuelve a crecer entre los ciclos de quemado. No obstante, las quemas agrícolas liberan otros gases que son GEI (CH₄, N₂O) y otros gases precursores (CO y NO_x).

En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 29,1 GgCO₂eq, o 0,2% dentro del sector (Cuadro 62 y Figura 49). Desde el año 1990, las emisiones de GEI han decrecido en un 79,8%. El causante de la disminución de las emisiones de GEI ha sido la implementación de normativa que controla esta práctica, limitándola a meses específicos en la Región Metropolitana y la Provincia del Cachapoal, y la implementación de buenas prácticas agrícolas en el sector a nivel nacional.

Cuadro 62. Quema en el campo de los residuos agrícolas: emisiones de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
4F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	144,3	87,0	68,8	58,9	29,1
Total	144,3	87,0	68,8	58,9	29,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

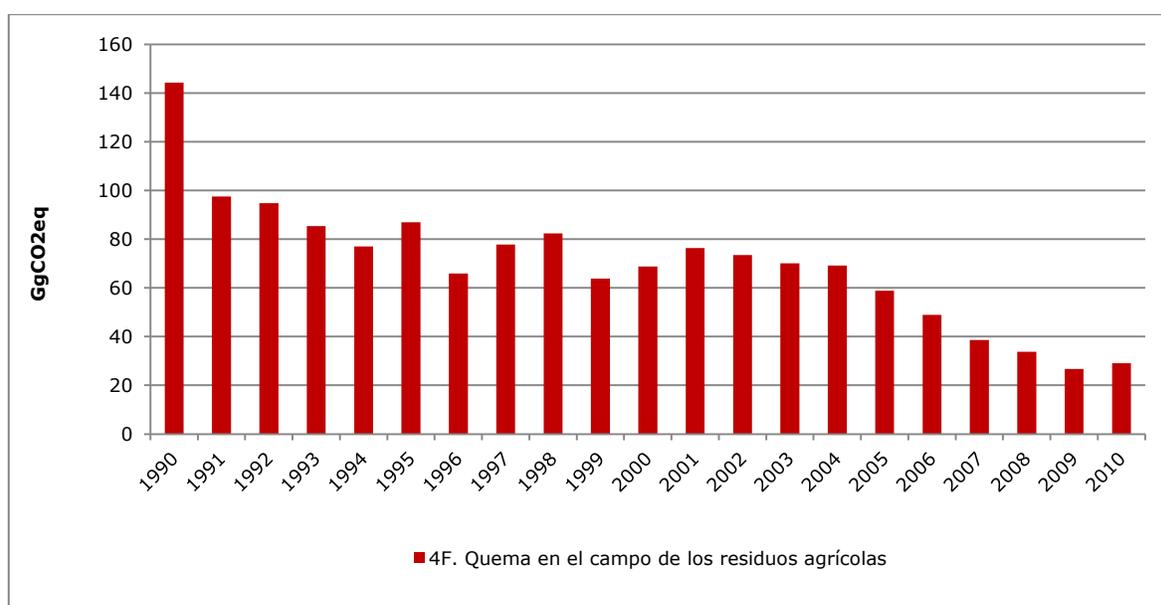


Figura 49. Quema en el campo de los residuos agrícolas: tendencia de las emisiones de GEI, serie 1990-2010

6.7.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Quema en el campo de los residuos agrícolas, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 63. Quema en el campo de los residuos agrícolas: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			T1a,b	D	T1a,b	D

T1a = Desagregación por componente operacional (cultivos, especies, etc.); T1b = Desagregado por regiones administrativas; D = Defecto.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Las emisiones provenientes de la quema de los residuos de cultivos agrícolas fueron estimadas utilizando una metodología país específica y factores de emisión por defecto.

6.7.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Para los cálculos, se utiliza la producción de los cultivos asumiendo la fracción de superficie quemada, junto con parámetros país específicos para la proporción de residuos actualmente quemados, índices de cosecha, materia seca y fracción oxidada. Los valores de los parámetros país específicos provienen de la bibliografía nacional y del juicio de expertos y son los mismos utilizados para estimar las emisiones provenientes de la incorporación al suelo de los residuos de cultivos.

Los datos paramétricos necesarios fueron una combinación de valores por defecto del GL2006 y valores nacionales de ODEPA, INE, FAOSTAT y juicio de expertos.

6.7.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para la categoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las GL2006.

6.8. Procedimiento de garantía y control de la calidad

A continuación se describen los procedimientos aplicados por el equipo sectorial de AFOLU para la garantía y control de la calidad. Es muy importante señalar que el equipo sectorial de AFOLU desarrolla los ISGEI para los sectores de Agricultura y UTCUTS, por lo tanto, el procedimiento de garantía y control de calidad involucra a ambos sectores.

6.8.1. Control de la calidad

- Gestión de los datos de actividad estadísticos:
 - Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
 - Los totales nacionales de los datos de actividad son confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.
- Factores de emisión, factores de conversión y constantes (datos de actividad paramétricos):
 - Todos estos datos se agrupan en una sola planilla vinculada a las hojas de trabajo, con el fin de centralizar la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda
- Hojas de trabajo:
 - Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.

6.8.2. Garantía de la calidad

El ISGEI de AFOLU (Agricultura y UTCUTS) fue sometido a un proceso de revisión por dos expertos calificados como revisores de los INGEI de las Partes anexo I de la Convención durante junio de 2014. La revisión fue desarrollada a distancia entre marzo y abril de 2014 e incluyó la visita por dos

días de los expertos revisores a Chile, para trabajar en estrecha coordinación con el equipo sectorial de AFOLU en el Ministerio de Agricultura de Chile y con el objetivo de profundizar en el proceso de revisión mediante el contacto directo entre los expertos. El informe de evaluación resultante fue analizado por el equipo sectorial, incluyendo correcciones a los hallazgos pertinentes y evaluando la factibilidad de incluir la recomendación en la próxima actualización del INGEI de Chile.

6.9. Mejoras planificadas

En respuesta al análisis propio del equipo sectorial de AFOLU, y a las recomendaciones de la revisión experta del ISGEI, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales que poseen/generan datos estadísticos, para su posterior reporte a fuentes internacionales. Con esta acción se pretende mantener la consistencia entre bases de datos nacionales e internacionales.
- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos para la generación de factores de emisión país específicos. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y/o subcategorías significativas o clave.
- Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos para categorías de importancia, como Fermentación entérica y emisiones de Suelos agrícolas. Se evaluará la posibilidad de contar con fondos que permitan la ejecución de proyectos, a través de concursos, para este fin.

7. SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (5)

7.1. Panorama general del sector

El sector Uso de la tierra, cambios de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) se centra en las emisiones y absorciones de CO₂ que se producen como resultado de los cambios del uso y la gestión de la tierra. Dicho sector considera:

- Cambios en las existencias de bosques y de otras formaciones vegetacionales de tipo perenne. Los efectos de la interacción humana con los productos forestales y madereros se consideran dentro de una amplia categoría que incluye la gestión comercial, la cosecha de trozas y de madera combustible (leña), la producción y el uso de productos básicos madereros, y el establecimiento y el manejo de plantaciones forestales, así como la plantación de árboles en ubicaciones urbanas, comunales y otras no forestales.
- Conversión de bosques y pastizales. La conversión de bosques y pastizales en tierras de pastura, de cultivo o para otros usos de gestión de la tierra pueden reducir significativamente las reservas de carbono de la biomasa y de los suelos. La deforestación es un ejemplo de este tipo de conversión.
- Abandono de tierras gestionadas (tierras de cultivo, praderas, bosques de plantación u otras tierras gestionadas). A menudo, las tierras abandonadas acumulan carbono en la biomasa y en los suelos con el correr del tiempo, en particular si las condiciones se aproximan a las que se encuentran en los pastizales y los bosques naturales.
- Emisiones y absorciones de CO₂ de los suelos. Los cambios en la gestión pueden alterar las emisiones y las absorciones de CO₂ de los suelos, particularmente a través de la adopción de prácticas de conservación o mediante el incremento de la producción de cultivos y forraje.

Las categorías incluidas de acuerdo al tipo de suelo y su uso son las siguientes:

- 5A Tierras forestales.
- 5B Tierras de cultivo.
- 5C Pastizales.
- 5D Humedales.
- 5E Asentamientos.
- 5F Otras tierras.

A nivel nacional, tanto la absorción, debido a la expansión de la biomasa en plantaciones forestales y a la existencia de una superficie importante de bosques naturales de segundo crecimiento, conocidos como “renovales”, como las emisiones, básicamente producidas por la cosecha forestal y los incendios forestales, experimentaron un sostenido crecimiento dentro de la serie temporal analizada, con un balance siempre favorable a la absorción relativa, aunque acercándose a la neutralidad.

El inventario es prácticamente completo en cuanto a su cobertura territorial. No se contó con datos de actividad estadísticas sobre cambios de uso de la tierra en el territorio comprendido entre las regiones XV de Arica y Parinacota y la IV Región de Coquimbo (norte del país), correspondiente al 39,8% de la superficie nacional (excluyendo territorio Antártico). Aunque este valor puede parecer significativo, el 65,9% corresponde a la categoría Otras tierras (en este caso al Desierto de Atacama) y un 32,7% a Pastizales (naturales no intervenidos) en donde prácticamente no existen cambios en los stocks de carbono.

Para las categorías asociadas a cultivos agrícolas, se amplió la cobertura territorial en un 22,0% con respecto al inventario anterior, llegando a cubrir el 93,4% (1.555.038 ha) de la superficie cultivada de Chile, según cifras del *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal* (INE, 2007).

Depósitos de carbono

Las GL2006 reconocen los siguientes depósitos de carbono:

- Biomasa aérea viva,
- Biomasa subterránea viva (raíces),
- Biomasa muerta en pie y/o residuos gruesos (necromasa),
- Biomasa muerta depositada sobre el suelo, compuesta predominantemente por hojas y fragmentos de tamaño pequeño (hojarasca), y
- Materia orgánica incorporada al suelo.

De estos depósitos, el presente ejercicio incluyó la biomasa viva (aérea y subterránea) del total del territorio nacional y la biomasa muerta (necromasa) solo entre las regiones VI del Libertador Bernardo O'Higgins y XII de Punta Arenas y la Antártica Chilena, correspondiendo al 56,0% de la superficie nacional (excluyendo el territorio Antártico), lo que significó un avance relevante respecto de la serie anterior (1984/2006), que solo incluyó la biomasa aérea viva. Se acordó para este ejercicio, no incluir los otros depósitos de carbono (hojarasca y materia orgánica en suelo) por las siguientes razones:

- Hojarasca: carencia de datos de existencia por tipo forestal suficientemente respaldados; se cuenta con datos fragmentarios y sólo para el trayecto territorial entre las regiones VII del Maule y XII de Magallanes y la Antártica Chilena, correspondiendo al 53,8% de la superficie nacional (excluyendo el territorio Antártico), y
- Materia orgánica del suelo: por carencia de datos país específicos. Por tratarse de valores fuertemente sitio-dependientes (por clima, suelo y manejo), no es posible hacer uso de valores por defecto en forma relativamente confiable; además, el país no cuenta con información georreferenciada, que permita vincular actividades con tipos de suelos.

Cambios de uso de la tierra

Para la obtención de los datos estadísticos del sector, en lo referente a las categorías de cambio de uso de la tierra, específicamente las tasas anuales de cambio, se emplearon las matrices de cambios de uso de las tierras disponibles en el Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales de CONAF.

Posteriormente, las categorías definidas por CONAF para los diferentes usos de la tierra (áreas urbanas e industriales, terrenos agrícolas, praderas y matorrales, bosques, humedales, áreas

desprovistas de vegetación, nieves y glaciares, cuerpos de agua y áreas no reconocidas) fueron homologadas a las categorías definidas por las GL2006, resultando en las categorías que se incluyen en el Cuadro siguiente:

Cuadro 64. Homologación cambios de uso de la tierra, categorías CONAF versus IPCC

CONAF	IPCC
Terrenos agrícolas	Tierras de cultivo (TC)
Praderas y matorrales	Pastizales (PA)
Bosque nativo, Bosque mixto y Plantaciones forestales	Tierras forestales (TF), subdivididas en Bosque Nativo (TF-BN) y Plantaciones Forestales (TF-PF)
Humedales	Humedales (HU)
Áreas urbanas e industriales	Asentamientos humanos (AS)
Áreas desprovistas de vegetación, nieves y glaciares, cuerpos de agua y áreas no reconocidas	Otras Tierras (OT)

Fuente: Elaboración propia del equipo sectorial de AFOLU.

Finalmente, con las matrices de cambio de uso de la tierra de CONAF y con las homologaciones anteriormente expuestas se construyeron matrices que contenían las tasas anuales de cambio entre usos de la tierra para las diferentes subcategorías de trabajo. En el Cuadro 65 se presenta un resumen de las tasas anuales de cambio de uso de la tierra. Se observa que la mayor tasa de conversión (75.576,1 ha/año) ocurre en tierras que son convertidas en Plantaciones forestales; en el otro extremo, la menor tasa de cambio anual (13,7 ha/año) correspondió a Tierras convertidas en Humedales.

Cuadro 65. Matriz de conversión de uso de la Tierra (ha/año)

Categoría	TF-BN	TF-PF	TC	PA	HU	AS	OT	TOTAL
Tierras forestales – bosque nativo		7.868,0	304,1	4.142,9	0,0	70,1	411,6	12.796,5
Tierras forestales - plantaciones forestales	586,1		841,2	1.842,0	0,2	407,0	89,9	3.766,4
Tierras de cultivo	320,6	25.557,7		2.220,3	2,5	4.572,4	113,7	32.787,3
Pastizales	5.266,3	40.420,9	7.975,5		10,6	1.616,7	850,3	56.140,3
Humedales	6,1	246,7	61,1	61,5		40,8	1,3	417,4
Asentamientos	1,3	13,9	8,0	4,7	0,0		0,4	28,3
Otras Tierras	27,4	468,8	135,6	802,5	0,5	71,8		1.506,7
TOTAL	6.207,8	74.576,1	9.325,4	9.073,9	13,7	6.778,8	1.467,1	107.442,8

Fuente: Elaboración propia del equipo sectorial de AFOLU, a partir de los datos de superficie de las matrices de cambio de uso de la tierra del Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales de CONAF.

Es importante relevar el hecho de que se cuenta con una tasa anual de cambio para cada una de las regiones administrativas del país incluidas en este análisis, debido a que se cuenta solo con dos imágenes de cobertura de la tierra, tomadas en años diferentes; si bien son datos reales, evidentemente estos valores están entregando la tendencia histórica de los cambios de uso y no las tendencias actuales.

Absorciones y emisiones de GEI

El sector UTCUTS es el único sector que consistentemente absorbe CO₂ en el país. En 2010, el balance de GEI del sector contabilizó -49.877,4 GgCO₂eq (Cuadro 66). Desde el año de inicio del presente inventario, el balance de GEI del sector ha sido favorable a la absorción de GEI, aunque han decrecido en un 1,9% entre los años 1990 y 2010. Los principales causantes de las absorciones del sector son los incrementos de la biomasa en las plantaciones forestales y en los renovales de

bosque nativo. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 50 se deben principalmente a incendios forestales de bosque nativo y plantaciones forestales. Hacia el final del período se muestra un alza de la absorción de GEI debido al aumento de la superficie de plantaciones forestales y por consiguiente, el incremento de la biomasa (en especial de *Eucalyptus spp.*) y la disminución de la cosecha (mayor detalle en el punto 7.2.1.1. Tierras forestales que permanecen como tales).

A nivel de categorías y en términos absolutos²², 96,0% del balance de GEI del sector corresponde a la categoría Tierras forestales, seguido de un 2,3% de Pastizales, 1,2% de Tierras de cultivo y 0,6% correspondiente al resto de las categorías (Figura 50).

Cuadro 66. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por categoría, serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
5A. Tierras forestales	-52.689,2	-50.681,6	-57.439,5	-46.696,5	-52.052,5
5B. Tierras de cultivo	326,2	397,2	496,7	522,6	624,0
5C. Pastizales	1.232,4	1.232,7	1.230,6	1.243,1	1.241,1
5D. Humedales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5E. Asentamientos	187,2	186,6	186,3	185,7	186,8
5F. Otras tierras	121,8	121,3	121,2	120,9	123,2
Balance	-50.821,6	-48.743,8	-55.404,6	-44.624,2	-49.877,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

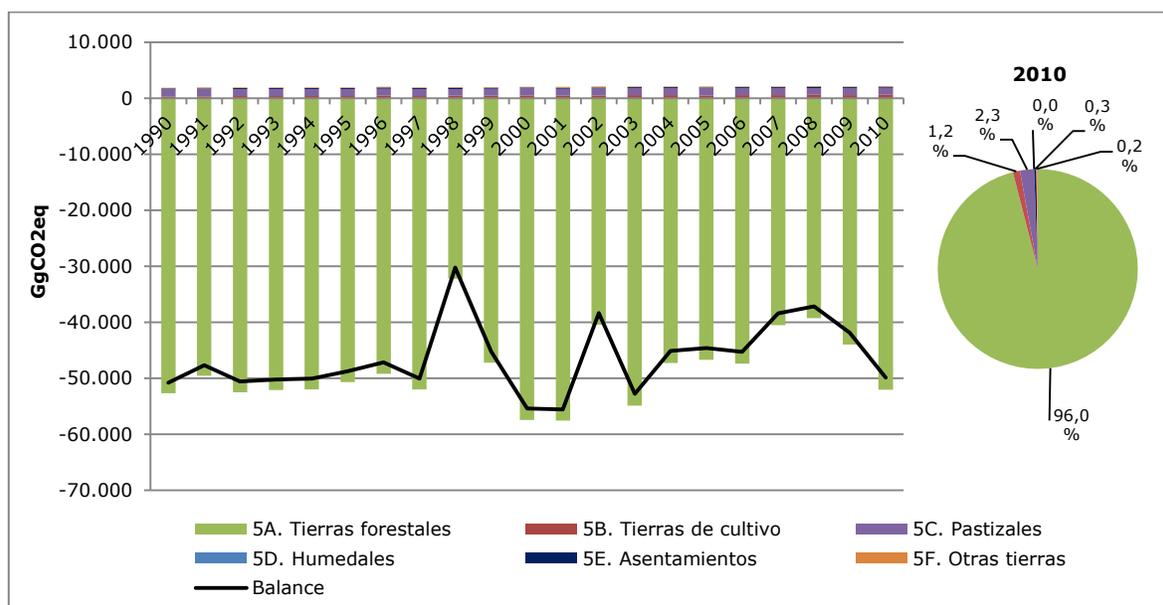


Figura 50. Sector UTCUTS: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por categoría, serie 1990-2010

En 2010, el principal GEI del balance en términos absolutos fue el CO₂, contabilizando un 98,6% del sector, lo sigue el CH₄ con un 1,0% y el N₂O con un 0,4% (Cuadro 67 y Figura 51).

²² Para facilitar la interpretación directa del análisis cuantitativo se introducen las absorciones como valores absolutos (GL2006).

Cuadro 67. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por tipo de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

GEI	1990	1995	2000	2005	2010
CO ₂	-51.088,4	-49.097,0	-55.485,4	-45.193,6	-50.620,0
CH ₄	186,1	246,3	56,3	397,1	517,8
N ₂ O	80,8	106,9	24,5	172,4	224,8
Total	-50.821,6	-48.743,8	-55.404,6	-44.624,2	-49.877,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

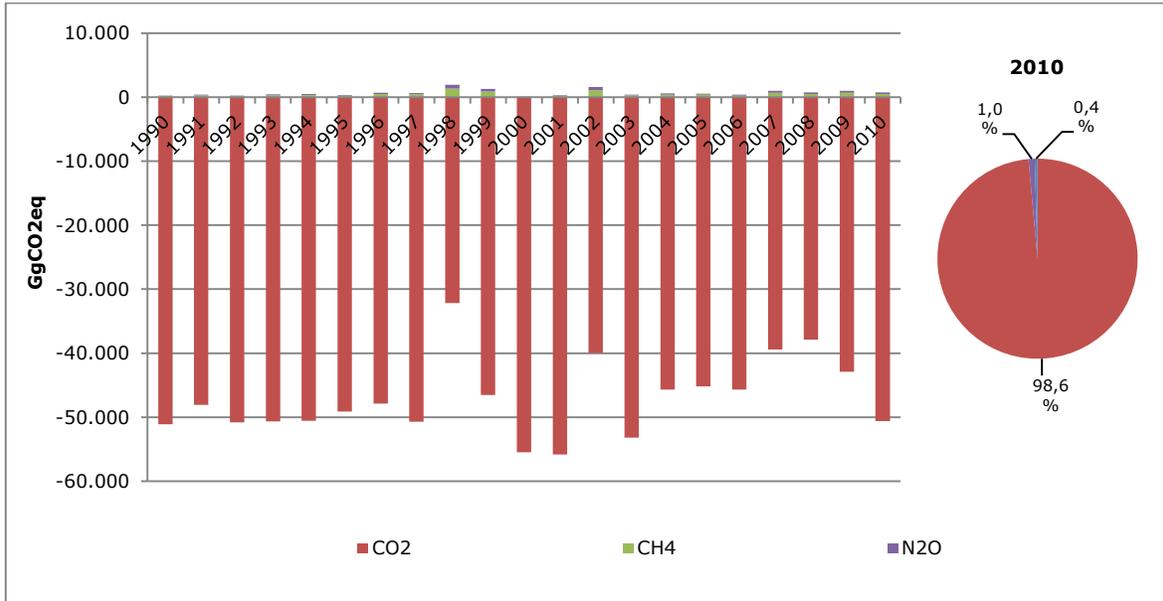


Figura 51. Sector UTCUTS: tendencia de las emisiones y absorciones por tipo de GEI, serie 1990-2010

Una particularidad del sector UTCUTS, es que sus absorciones y emisiones de GEI han sido contabilizadas a nivel de región administrativa. En la Figura 52, correspondiente al año 2010, se observa que un 23,0% de las absorciones del sector ocurren en la IX Región de La Araucanía, seguida de un 19,6% en la XI Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, 18,8% en la X Región de los Lagos, 18,1% en la VII Región del Maule y el 20,5% restante ocurre en las otras regiones.

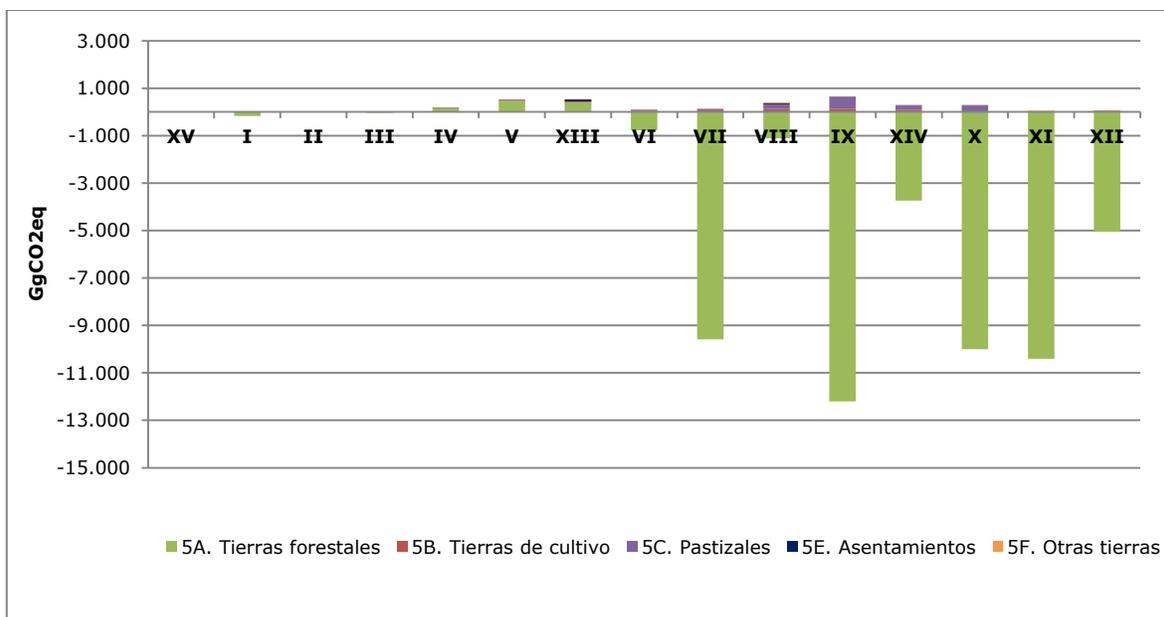


Figura 52. Sector UTCUTS: absorciones y emisiones de GEI por categoría y región administrativa, año 2010

7.2. Tierras forestales (5A)

7.2.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

En esta categoría se incluyeron las emisiones y absorciones de GEI debidas a cambios en la biomasa, en la materia orgánica muerta en Tierras forestales y en Tierras convertidas en tierras forestales. Las fuentes de emisión y absorciones por los sumideros incluidos fueron:

- Absorción por incremento de biomasa forestal (aérea y subterránea) de:
 - plantaciones forestales, desagregadas por especie: Pino insigne (*Pinus radiata*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens*), Algarrobo (*Prosopis chilensis*) / Tamarugo (*Prosopis tamarugo*), Pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*), Álamo (*Populus spp.*) y Otras especies,
 - renovales de bosque nativo, que corresponde a una superficie boscosa intervenida entre 50 y 100 años atrás, y que hoy se encuentra en proceso de regresión a su condición natural (como bosque nativo secundario),
 - bosque nativo manejado para tres etapas de manejo (acumulado de los últimos 10 años), y
 - bosque nativo afectado por incendios forestales (acumulado de los últimos 80 años),
- Emisión por:
 - cosecha de trozas de plantaciones forestales y bosque nativo (se contabiliza la biomasa aérea y la subterránea),
 - cosecha, más bien extracción, de leña (considera solo la biomasa aérea), e
 - incendios forestales de plantaciones forestales y bosque nativo (considera solo biomasa aérea).

En 2010, el balance de GEI de la categoría contabilizó -52.052,5 GgCO₂eq, o 96,0% en términos absolutos dentro del sector (Cuadro 68). Desde el año 1990, el balance de GEI de la categoría ha sido favorable a la absorción de GEI, aunque ha decrecido en un 1,2%. Los principales causantes de las absorciones del sector son los incrementos de la biomasa en las plantaciones forestales y en los renovales de bosque nativo. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 53 se deben principalmente a incendios forestales de bosque nativo y plantaciones forestales. Hacia el final del período se muestra una fuerte alza de la absorción de GEI debido al aumento de la superficie de plantaciones forestales y por consiguiente, el incremento de la biomasa (en especial de *Eucalyptus spp.*) y la disminución de la cosecha.

A nivel de subcategorías y en términos absolutos, las Tierras forestales que permanecen como tales son las de mayor importancia, con un 96,9%, mientras que las Tierras convertidas en tierras forestales contabilizaron un 3,1%.

Cuadro 68. Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
5A1. TF que permanecen como tales	-54.396,2	-52.388,6	-59.146,5	-48.403,6	-53.759,5
5A2. Tierra convertidas en TF	1.707,1	1.707,1	1.707,1	1.707,1	1.707,1
Balance	-52.689,2	-50.681,6	-57.439,5	-46.696,5	-52.052,5

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

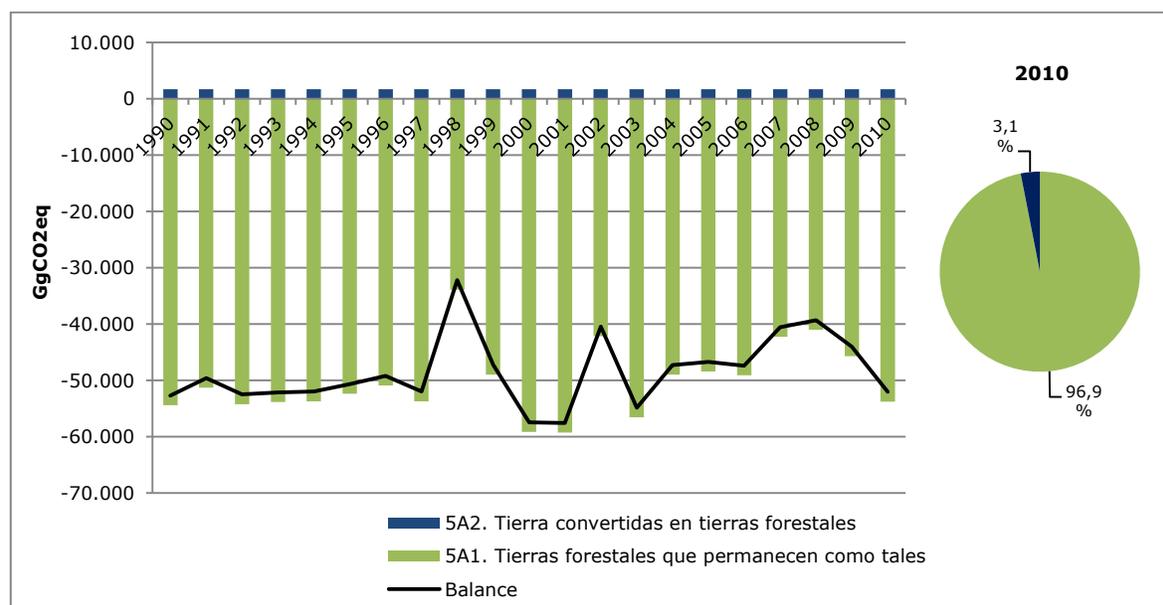


Figura 53. Tierras forestales: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

7.2.1.1. Tierras forestales que permanecen como tales (5A1)

En 2010, el balance de GEI de la subcategoría contabilizó -53.759,5 GgCO₂eq, o 96,9% en términos absolutos dentro de la categoría (Cuadro 69). Desde el año 1990, el balance de GEI de la subcategoría ha sido favorable a la absorción de GEI, aunque ha decrecido en un 1,2%. Los principales causantes de las absorciones del sector son los incrementos de la biomasa en las

plantaciones forestales y en los renovales de bosque nativo. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 54 se deben principalmente a incendios forestales de bosque nativo y plantaciones forestales. Hacia el final del período se muestra un alza de la absorción de GEI debido al aumento de la superficie de plantaciones forestales y por consiguiente, el incremento de la biomasa (en especial de *Eucalyptus spp.*) y la disminución de la cosecha desde 2008.

A nivel de componente y en términos absolutos, el Incremento de biomasa es el de mayor importancia con un 62,3%, seguido de 27,4% de Cosecha, 5,8% de Leña, 2,1% de Incendios forestales. Substitución contabilizó un 1,5% y Tierras en transición un 0,7%. El restante 0,2% es debido a Residuos.

Cuadro 69. Tierras forestales que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
5A1a. Incremento en biomasa	-91.610,4	-105.381,2	-112.105,6	-116.969,8	-128.600,0
5A1b. Tierras en transición	-68,1	-408,8	-749,5	-1.090,2	-1.430,9
5A1c. Cosecha	25.171,7	39.190,0	38.166,9	50.619,8	56.461,1
5A1d. Residuos	152,2	213,5	0,0	313,1	361,1
5A1e. Leña	7.160,9	9.233,5	11.451,2	12.377,8	11.945,8
5A1f. Incendios forestales	1.569,8	1.537,5	863,7	3.120,2	4.274,6
5A1g. Substitución	3.161,2	3.161,2	3.161,2	3.161,2	3.161,2
5A1h. Restitución	66,5	65,8	65,6	64,5	67,6
Balance	-54.396,2	-52.388,6	-59.146,5	-48.403,6	-53.759,5

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

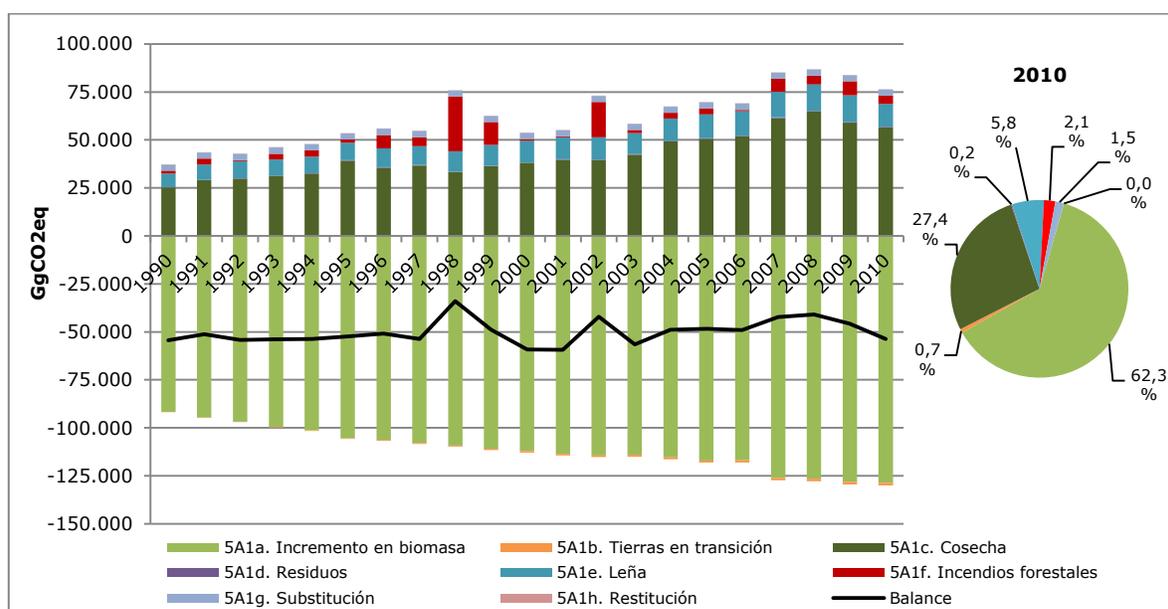


Figura 54. Tierras forestales que permanecen como tales: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por componente, serie 1990-2010

Incremento en biomasa

En el año 2010, la absorción de GEI contabilizó -128.600,0 GgCO₂eq, o 62,3% en términos absolutos dentro de la subcategoría (Cuadro 70). Desde 1990, la absorción de GEI se ha

incrementado en un 40,4%. La principal causa del aumento de las absorciones es el Incremento de la biomasa de las plantaciones forestales.

A nivel de componente, las Plantaciones forestales son las de mayor importancia con un 59,9%, seguido de 35,2% de Renovales, 2,9% de Bosque nativo incendiado y un 2,0% de Bosque nativo manejado (Figura 55).

Cuadro 70. Incremento en biomasa: absorciones de CO₂ (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
Renovales	-45.706,7	-45.653,6	-45.564,9	-45.452,7	-45.274,9
Bosque nativo incendiado	-1.953,1	-2.119,3	-3.100,3	-3.498,7	-3.736,2
Bosque nativo manejado	-4.060,7	-5.219,6	-6.035,4	-4.606,8	-2.610,4
Plantaciones forestales	-39.890,0	-52.388,8	-57.405,0	-63.411,6	-76.978,4
Total	-91.610,4	-105.381,2	-112.105,6	-116.969,8	-128.600,0

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

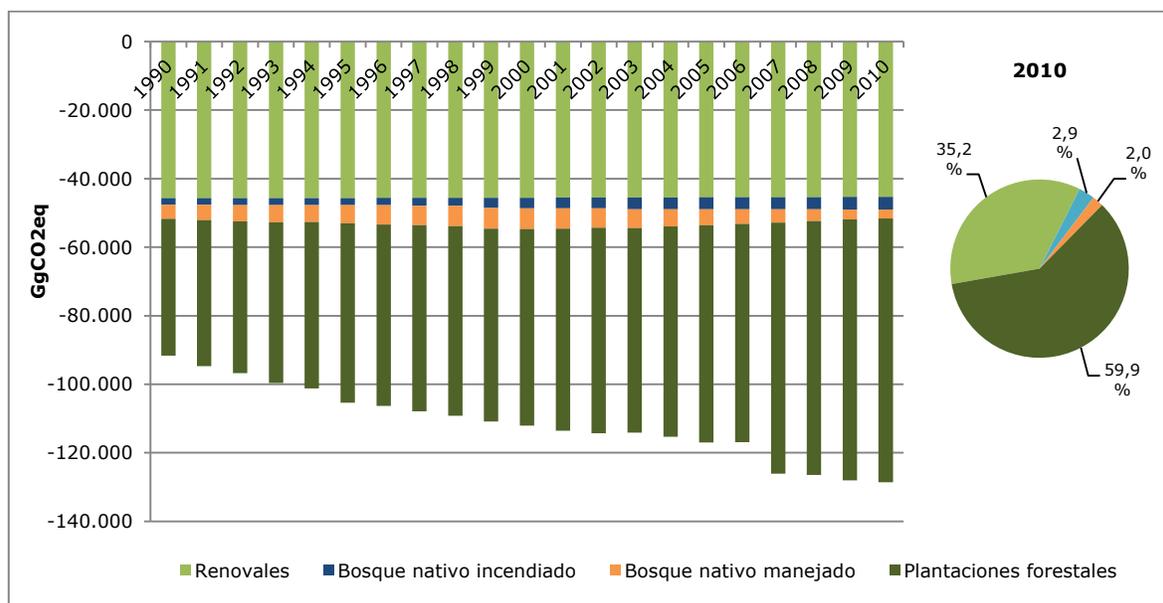


Figura 55. Incremento en biomasa: tendencia de las absorciones de CO₂ por componente, serie 1990-2010

Entre las Plantaciones forestales, y a nivel de especie, *P. radiata* es el de mayor importancia dentro de la absorción de GEI con un 54,3%, seguido de 24,9% de *E. globulus*, 16,8% de *E. nitens* (ambas especies aportan con un 41,8%), 2,8% de Otras especies. *P. menziensis* contabilizó un 0,4% y *Populus spp.* un 0,3%. El restante 0,2% es debido a *P. chilensis* / *P. tamarugo*. Es importante mencionar que si bien *P. radiata* es la especie de mayor importancia, su incremento desde 1990 ha sido de un 18,5%, mientras que el incremento de *Eucalyptus spp.* ha sido de un 720,9% (Cuadro 71 y Figura 56).

Cuadro 71. Plantaciones forestales: absorciones de CO₂ por especie, serie 1990-2010

Especie	1990	1995	2000	2005	2010
<i>Pinus radiata</i>	-35.376,0	-39.361,7	-41.992,4	-40.585,6	-41.904,8
<i>Eucalyptus globulus</i>	-3.917,6	-11.335,2	-13.410,0	-20.321,6	-19.190,9
<i>Eucalyptus nitens</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	-12.969,0
<i>P. chilensis / P. tamarugo</i>	-159,8	-159,6	-161,9	-181,1	-178,1
<i>Pseudotsuga menziensii</i>	-233,1	-257,7	-278,5	-315,2	-319,0
<i>Populus spp.</i>	-126,0	-137,3	-148,1	-213,0	-252,1
Otras especies	-77,4	-1.137,3	-1.414,1	-1.795,1	-2.164,4
Total	-39.890,0	-52.388,8	-57.405,0	-63.411,6	-76.978,4

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

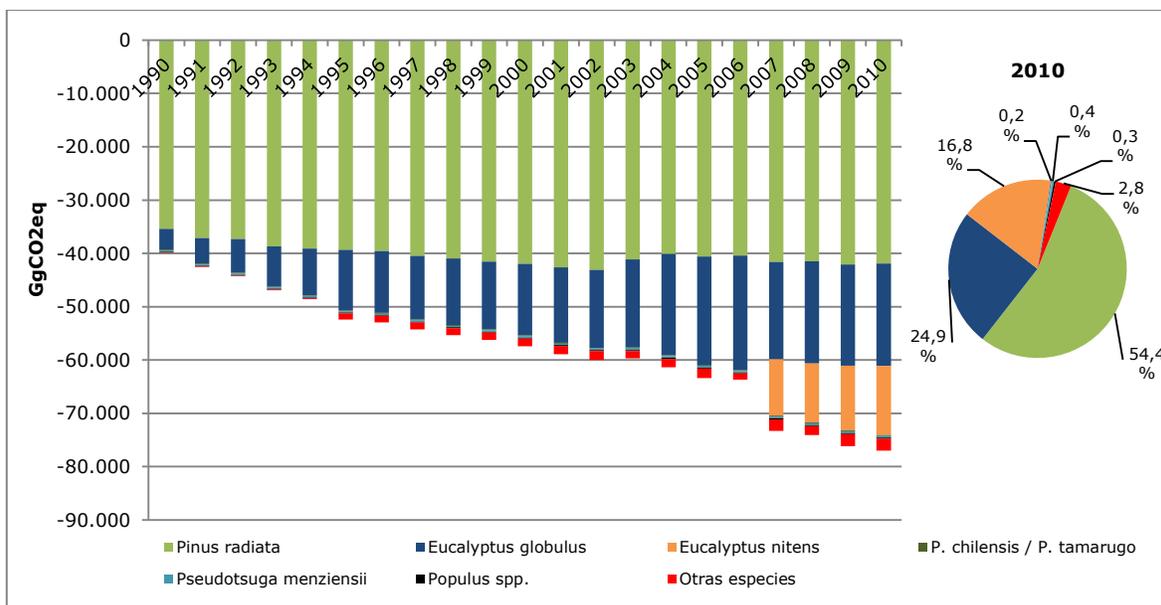


Figura 56. Plantaciones forestales: tendencia de las absorciones de CO₂ por especie, serie 1990-2010

Cosecha

En 2010, las emisiones de GEI contabilizaron 56.461,1 GgCO₂eq, o 26,4% en términos absolutos dentro de la subcategoría (Cuadro 72), siendo la principal fuente de emisiones del sector. Desde el año 1990, la emisión de GEI se ha incrementado en un 124,3%, aunque desde el año 2008 al 2010, las emisiones de GEI producto de la cosecha han disminuido en un 12,9% lo que tiene una relación directamente proporcional con la superficie cosechada.

A nivel de componente, el *P. radiata* es el de mayor importancia con un 57,2%, seguido de *Eucalyptus spp.* con un 40,1%, 1,5% de Especies nativas y un 1,1% de Otras exóticas (Figura 57).

Cuadro 72. Cosecha: emisión de CO₂ (GgCO₂eq) por especie, serie 1990-2010

Especie	1990	1995	2000	2005	2010
Trozas <i>Pino radiata</i>	15.135,5	26.193,1	26.558,3	36.334,6	32.323,7
Trozas <i>Eucalyptus spp.</i>	3.204,0	4.604,0	8.292,0	12.373,3	22.625,7
Trozas Otras exótica	265,8	266,2	292,3	582,2	641,8
Trozas especies nativas	6.566,5	8.126,8	3.024,4	1.329,7	869,8
Total	25.171,7	39.190,0	38.166,9	50.619,8	56.461,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

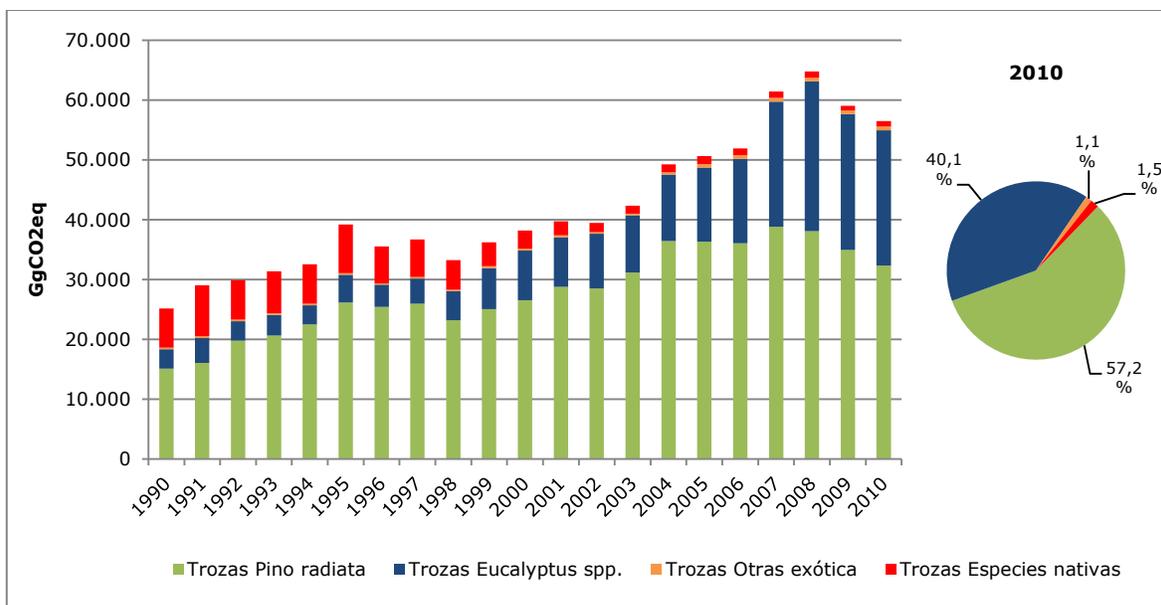


Figura 57. Cosecha: tendencia de las emisiones de CO₂ por especie, serie 1990-2010

Incendios forestales

En el año 2010, las emisiones de GEI contabilizaron 4.274,6 GgCO₂eq, o 2,0% en términos absolutos dentro de la subcategoría (Cuadro 73). Desde 1990, la emisión de GEI se ha incrementado en un 172,3%. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 58 se deben principalmente a la naturaleza oscilante y casuística de los incendios forestales en bosque nativo y plantaciones forestales.

A nivel de componente, los incendios en Plantaciones forestales son los de mayor importancia con un 79,2%, seguido de un 20,8% de los incendios en Bosque nativo (Figura 58).

Cuadro 73. Incendios forestales: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por incendios en bosque nativo y plantaciones forestales, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
Bosque nativo	1.050,1	353,2	165,9	1.458,1	887,9
Plantaciones forestales	519,7	1.184,2	697,8	1.662,1	3.386,7
Total emisiones GEI	1.569,8	1.537,5	863,7	3.120,2	4.274,6

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

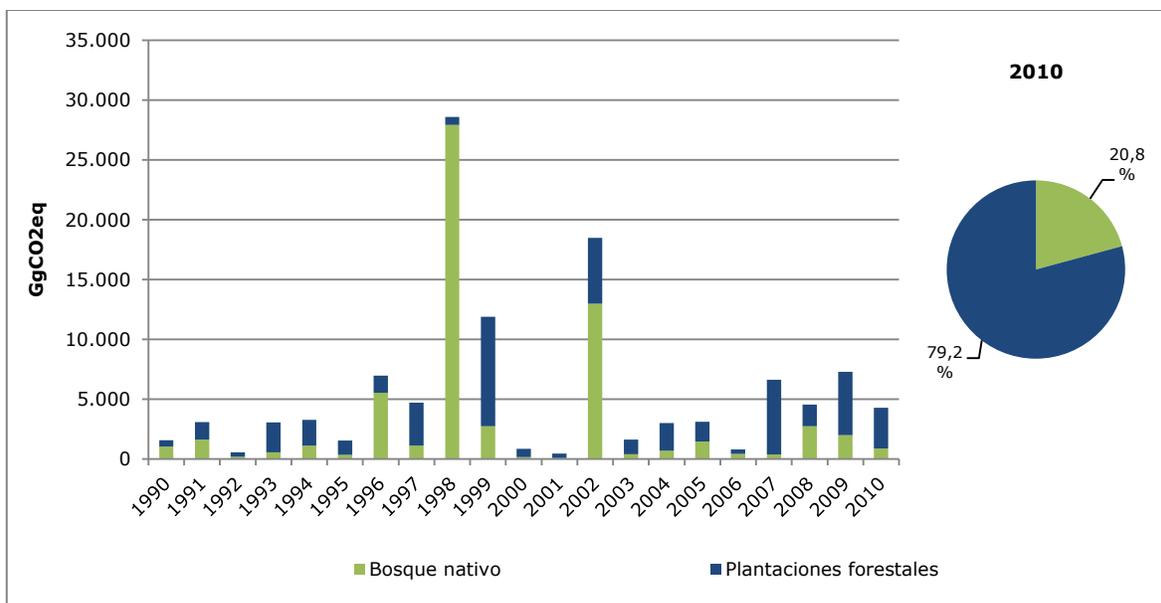


Figura 58. Incendios forestales: emisiones de GEI por incendios en bosque nativo y plantaciones forestales, serie 1990-2010

El principal causante de las variaciones en las emisiones de GEI producidas por incendios forestales es la superficie anual quemada, existiendo una relación directamente proporcional entre las hectáreas afectadas y las emisiones de GEI generadas, lo que a su vez explica las marcadas variaciones interanuales de dichas emisiones de GEI. La Figura 59 evidencia que en los años 1998 y 2002, donde se alcanzan las mayores superficies incendiadas, también se alcanzan las máximas emisiones de GEI dentro de la serie temporal.

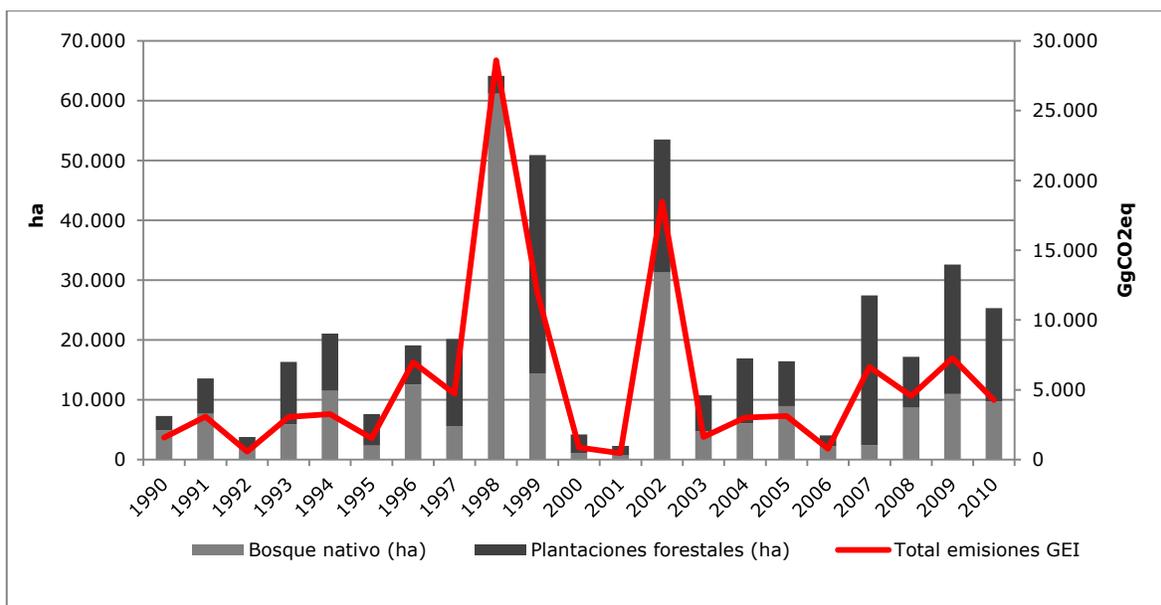


Figura 59. Incendios forestales: tendencia de la superficie anual afectada por incendios y emisiones de GEI, serie 1990-2010

Los Incendios forestales poseen una especial importancia dentro del balance de GEI, debido a que son capaces de alterar las tendencias, generando máximas de emisiones en los años 1998 y 2002. La Figura 60 presenta un escenario de sensibilización en donde las emisiones y absorciones de GEI generadas por los incendios forestales son excluidas del balance de GEI nacional (línea verde), mientras se compara con el balance de GEI nacional incluyendo las emisiones y absorciones de GEI generadas por los incendios forestales (línea roja) y manteniendo las emisiones y absorciones de GEI en cada sector (barras en escala de grises). Como conclusión, al excluir las emisiones y absorciones de GEI generadas por los incendios forestales, la tendencia del balance de GEI nacional se ve suavizada. En este mismo sentido, se contempla evaluar opciones metodológicas para abordar la variabilidad interanual de las emisiones de GEI de los incendios forestales dentro del INGEI. Los resultados de esta actividad serán reportados en el próximo Informe Bienal de Actualización de Chile.

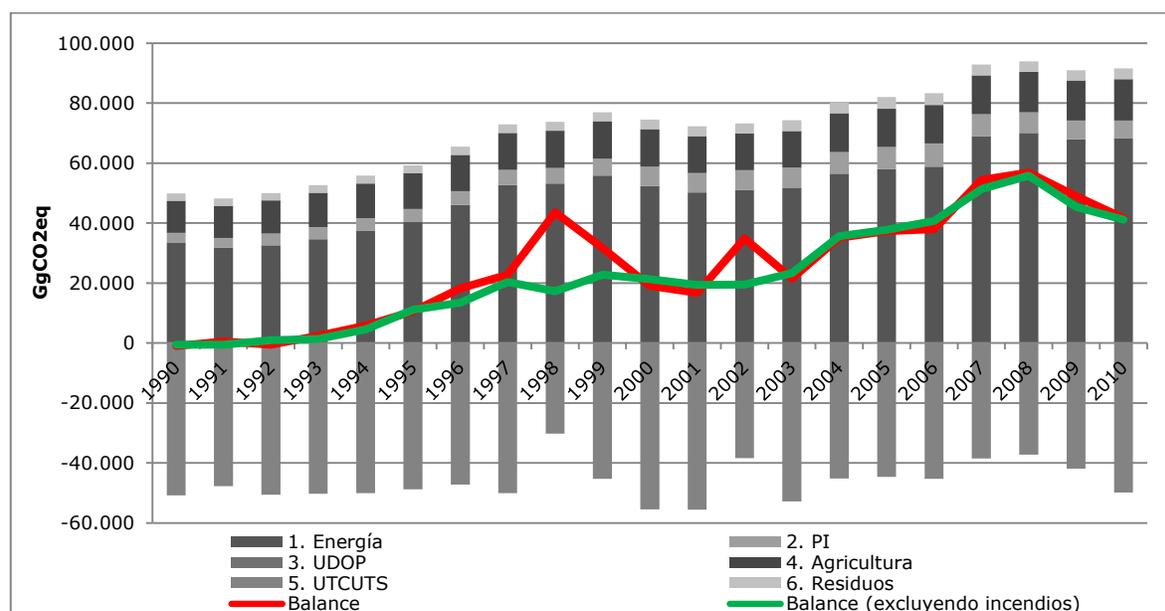


Figura 60. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por sector excluyendo incendios en bosques, serie 1990-2010

7.2.1.2. Tierras convertidas en tierras forestales (5A2)

En 2010, Las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 1.707,1 GgCO₂eq, o 2,7% en términos absolutos dentro de la categoría (Cuadro 74). Desde el año 1990, el balance de GEI de la subcategoría ha sido favorable a la emisión de GEI las que se han mantenido constantes.

A nivel de componente, los Pastizales convertidos a tierras forestales es el de mayor importancia con un 66,6%, seguido de 33,4% de Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales y un 0,1% de Asentamientos convertidos en tierras forestales (Figura 61).

Cuadro 74. Tierras convertidas en tierras forestales: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por componente, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
2.1 Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	569,3	569,3	569,3	569,3	569,3
2.2 Pastizales convertidos en tierras forestales	1.137,7	1.137,7	1.137,7	1.137,7	1.137,7
2.4 Asentamientos convertidos en tierras forestales	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Balance	1.707,1	1.707,1	1.707,1	1.707,1	1.707,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

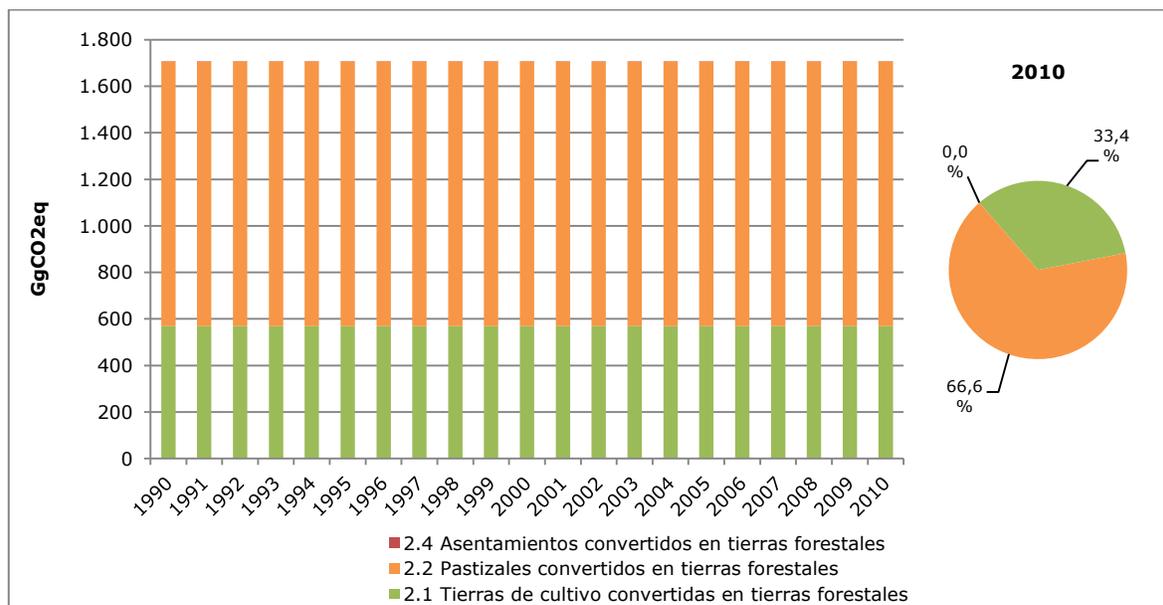


Figura 61. Tierras convertidas en tierras forestales: tendencia de las emisiones de GEI por componente, serie 1990-2010

7.2.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Tierras forestales, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 75. Tierras forestales: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
A. Tierras forestales	T2	CS	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS
1. Tierras forestales que permanecen como tales	T2	CS	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS
2. Tierra convertida a tierras forestales	T2	CS				

T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Tierras forestales que permanecen como tales

El cálculo de las emisiones y capturas de GEI se hizo sobre la base de los cambios producidos en las existencias de carbono de los depósitos de biomasa aérea, biomasa subterránea viva y necromasa, aunque, de acuerdo al método Nivel 1, se supone que los cambios netos en las existencias de necromasa equivalen a cero. No existe información sobre la dinámica de los depósitos de

necromasa, es decir, tasas de producción anual y de descomposición anual, como para incluirlos en el balance de carbono de esta subcategoría.

Para las estimaciones de emisiones y absorciones de CO₂, en esta subcategoría, se utilizó la metodología descrita en el Volumen 4, Capítulo 4 Tierras Forestales de las GL2006, específicamente la Sección 4.2., que se refiere a tierras que han sido forestales durante un lapso mayor que el de transición necesario para alcanzar nuevos niveles de carbono en el suelo y que, para el bosque nativo chileno se definió un período de 80 años.

Para la estimación de las emisiones/absorciones producto del Incremento de biomasa se utilizó un método de Nivel 2, en base a datos paramétricos nacionales y datos estadísticos desagregados regionalmente. Similar metodología se aplicó a la estimación de emisiones/absorciones de la Cosecha de madera comercial y leña. El mismo criterio se aplica para las tierras en transición.

Para el cálculo de emisiones/absorciones de Incendios forestales se usó una combinación de método de Nivel 1 y Nivel 2, en base a datos paramétricos nacionales y por defecto de acuerdo a las GL2006, y desagregación regional de los datos estadísticos, sin especificación de destino de biomasa del carbono removido.

La inclusión de los incendios forestales se debe a que la CONAF, autoridad nacional en relación al patrimonio forestal, declaró hace ya algunos años que todo incendio forestal en Chile es de origen antrópico. Se consideran diferentes supuestos, dependiendo del tipo de vegetación incendiada, a saber:

- Si el incendio afecta una plantación forestal, se asume que ésta será restituida inmediatamente después de terminado el evento, con lo cual la superficie continuará siendo plantada y la única pérdida es la biomasa quemada (emisión de CO₂) y las emisiones de gases no-CO₂, por efecto del fuego, y
- Si el incendio afecta a bosque nativo, esta superficie quedará posteriormente sometida a un proceso de regeneración natural, lo que obliga a contabilizar las emisiones por efecto del fuego y, después, la regeneración de la biomasa aérea por un período de transición hasta que el bosque alcance una condición de estabilidad (para Chile, el consenso fue considerar períodos de 80 años).

El Sistema de Actualización y Fiscalización Forestal (SAFF) de CONAF entrega datos de superficie de bosque nativo manejado por año, sin ubicación espacial, lo que imposibilita discriminar si se trata de un mismo rodal intervenido en distintos años; debido a esto y para no sobreestimar la superficie de manejo, se estableció un intervalo de 10 años, que corresponde al período medio entre dos intervenciones consecutivas de manejo en un mismo rodal.

Dado que CONAF tiene información acerca de los planes de manejo aprobados cada año pero no cuenta con la información acerca de los planes efectivamente ejecutados, se asumió que *“plan aprobado es plan ejecutado el mismo año de su aprobación”*, haciendo un símil con la cosecha forestal, en el sentido que todo lo cosechado es emitido el año de la cosecha.

Un cambio realizado en esta etapa, y que es preciso señalar, fue que la categoría “bosque mixto”, definida por CONAF, fue incorporada en la categoría de Tierras Forestales del IPCC, específicamente dentro de la subdivisión Tierras forestales nativas. Esto, porque los bosques mixtos en Chile presentan un porcentaje de bosque nativo que varía entre 33% y 66%, porcentaje que no se quiso excluir del cálculo de las emisiones de GEI.

Tierras convertidas a tierras forestales

En el contexto nacional y a base del análisis de las matrices regionales de *Cambio de Uso de la Tierra del Catastro de la Vegetación* de CONAF, se determinó que la superficie anual de tierras convertidas en forestales es de 72.329,8 ha, siendo el 92,2% de esta superficie destinada a plantaciones forestales (66.708,1 ha) y el 7,8% restante, a formaciones vegetacionales nativas (5.621,7 ha).

La metodología aplicada para estimar emisiones y absorciones de GEI corresponde a la descrita en el Capítulo 2 del Volumen 4 de las GL2006. Ella permite estimar los cambios anuales en las existencias de carbono para cada uno de los cinco depósitos de carbono reconocidos por el IPCC (biomasa viva, aérea y subterránea; materia orgánica muerta [necromasa y hojarasca] y materia orgánica del suelo).

7.2.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Tierras forestales que permanecen como tales

Se realizó una revisión exhaustiva de los datos de actividad utilizados para la construcción de la serie 1984/2006 (por profesionales de CONAF e INFOR) y se recopilieron nuevos datos de actividad considerando la serie 1990/2010.

En general, los datos de actividad estadísticos y paramétricos empleados para elaborar la subcategoría son los siguientes:

- Incremento de biomasa: los datos estadísticos necesarios son la superficie de plantaciones forestales por especie (Figura 62), superficie de renovales y superficie de bosque nativo manejado. Estos datos son proporcionados por INFOR (mediante una metodología de regresión de superficie de renovales) y CONAF. Los datos paramétricos necesarios son el crecimiento en volumen por especie en plantaciones forestales (generado por INFOR y MMA), crecimiento en volumen para bosque nativo por región y tipo forestal (INFOR y MMA), factores de expansión de biomasa comercial a biomasa total aérea (Gayoso, 2002), relación entre biomasa subterránea y aérea (Gayoso *et al.*, 2002). y densidad básica de la madera, según especie.

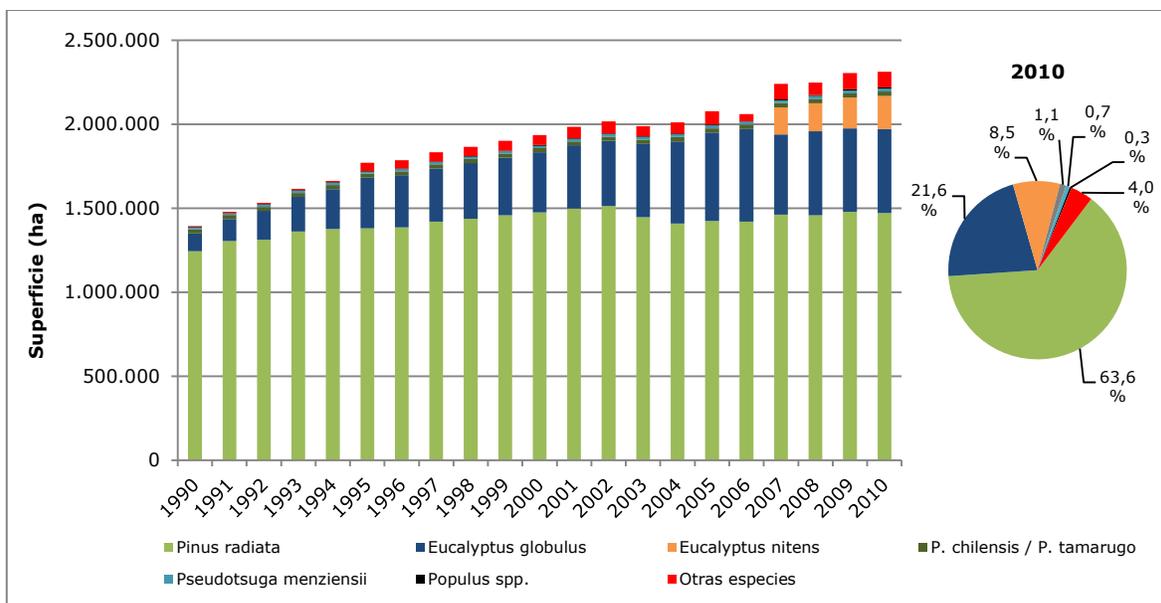


Figura 62. Plantaciones forestales: tendencia de la superficie anual por especie, serie 1990-2010

- Cosecha de madera comercial: el dato estadístico principal es el volumen de cosecha comercial de trozas, dato generado por INFOR (Figura 63). Los datos paramétricos usados son factores de expansión de biomasa comercial a biomasa total aérea (generado por Gayoso, 2002), relación entre biomasa subterránea y aérea (Gayoso *et al.*, 2002). y densidad básica de la madera.

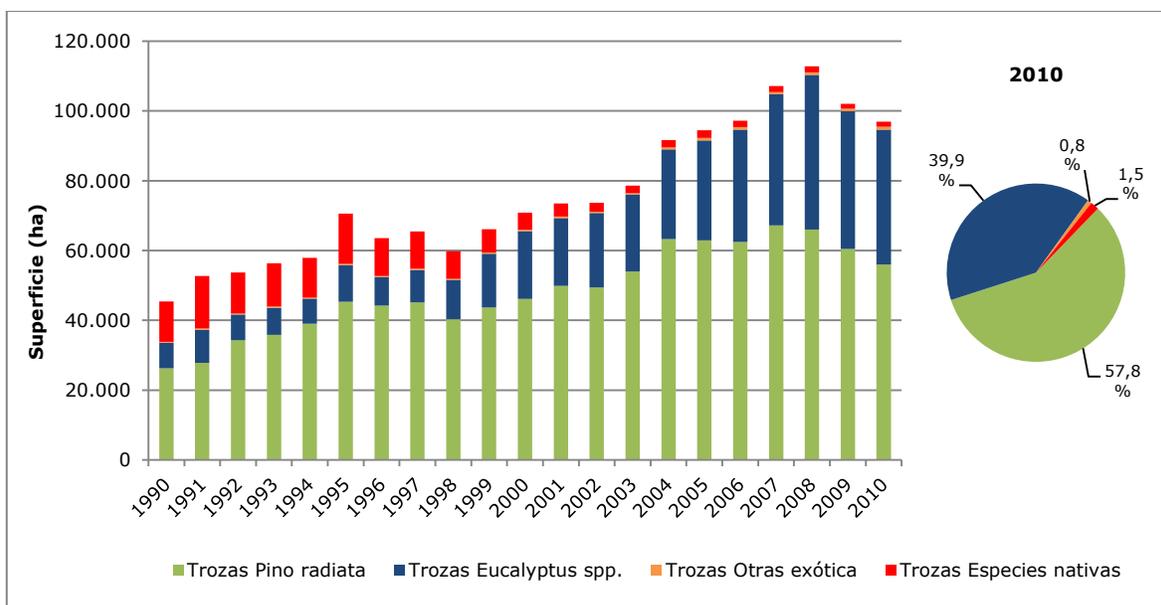


Figura 63. Cosecha: tendencia de la superficie anual por especie, serie 1990-2010

- Cosecha de leña: el dato estadístico principal es el volumen de cosecha de leña, dato generado por INFOR y MINENERGIA en su BNE. Los datos paramétricos usados son factores de expansión de biomasa comercial a biomasa total aérea (generado por Gayoso,

2002), relación entre biomasa subterránea y aérea (Gayoso *et al.*, 2002). y densidad básica de la madera.

- Incendios forestales: el dato estadístico principal es la superficie anual de incendios de bosque nativo y de plantaciones forestales (CONAF-Empresas 1985-2010 en <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-Chile/estadisticas-historicas/>) (Figura 64). Los datos paramétricos usados son el volumen acumulado para bosque nativo, por región (INFOR y MMA), el volumen acumulado por especie de plantaciones forestales (INFOR y MMA), factores de expansión de biomasa comercial a biomasa total aérea (Gayoso, 2002) y relación (R) entre biomasa subterránea (raíces) con biomasa aérea (Gayoso *et al.*, 2002). También es necesaria la densidad básica de la madera.

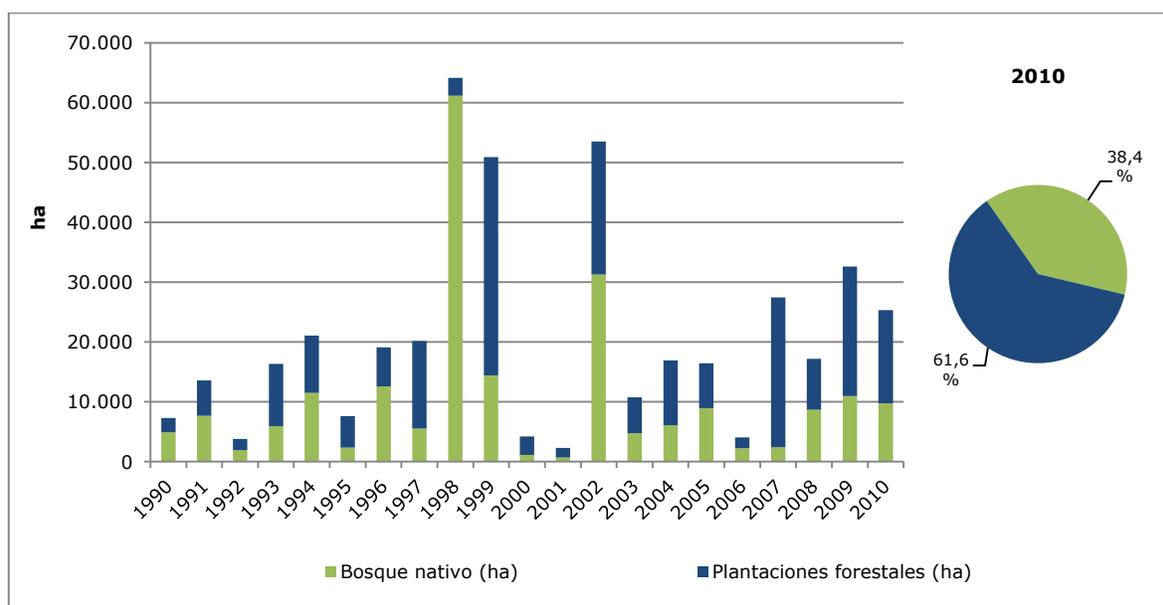


Figura 64. Incendios forestales: tendencia de la superficie anual de bosque nativo y plantaciones forestales afectada por incendios, serie 1990-2010

Tierras convertidas a tierras forestales

Para la subcategoría Tierras convertidas a tierras forestales se consideró la superficie anual de Tierras de Cultivo, Pastizales, Asentamientos y Otras Tierras, que se convierten a bosque nativo y/o plantación forestal. Dichos datos fueron desagregados por región y por tipo de tierra, datos obtenidos de los informes del *Catastro Vegetacional* de CONAF. También se requirió la interpolación y/o extrapolación de datos a partir de dichos informes para algunos años.

Los datos paramétricos (biomasa acumulada de las tierras convertidas) requeridos para estimar emisiones y capturas en esta subcategoría son por defecto de acuerdo a las GL2006.

7.2.2.2. Factores de emisión

Se trata de los datos paramétricos descritos anteriormente.

7.3. Tierras de cultivo (5B)

7.3.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

Las tierras de cultivo incluyen los terrenos arables y labrables, campos de arroz y sistemas agroforestales en los que la estructura de la vegetación está por debajo de los umbrales utilizados para la categoría de tierras forestales y no se espera que los excedan en el futuro. Las tierras de cultivo incluyen todos los cultivos anuales y perennes, así como barbecho temporal. Los cultivos pueden ser anuales, bianuales y permanentes, excepto donde el uso de las tierras cumple con los criterios para su categorización como tierras forestales. Se incluyen también las arables que normalmente se utilizan para cultivos anuales pero que, temporalmente, se emplean para cultivos de forraje o para pastura, como parte de una rotación anual cultivo-pastura (sistema mixto).

Esta categoría está conformada por las subcategorías siguientes:

- Tierras de cultivo que permanecen como tales: En esta subcategoría se consideran las emisiones y absorciones de las tierras de cultivo que no han sufrido cambio alguno en el uso de la tierra, durante el período del inventario.
- Tierras convertidas a Tierras de cultivo: En esta subcategoría se consideran las emisiones y absorciones de las tierras con uso previo distinto convertidas en tierras de cultivo.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 624,0 GgCO₂eq, o 1,0% en términos absolutos dentro del sector (Cuadro 76). Desde 1990, las emisiones de GEI de la categoría se han incrementado un 91,3%. El principal causante del aumento es el incremento sostenido en el uso de cal y la urea.

A nivel de subcategorías, las Tierras de cultivo que permanecen como tales son las de mayor importancia con un 79,2%, mientras que las Tierras convertidas en tierras de cultivo contabilizaron un 20,8% (Figura 65).

Cuadro 76. Tierras de cultivo: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
5B1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	191,4	269,2	368,7	396,2	494,1
5B2. Tierras convertidas en tierras de cultivo	134,8	128,1	128,0	126,4	129,9
Balance	326,2	397,2	496,7	522,6	624,0

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

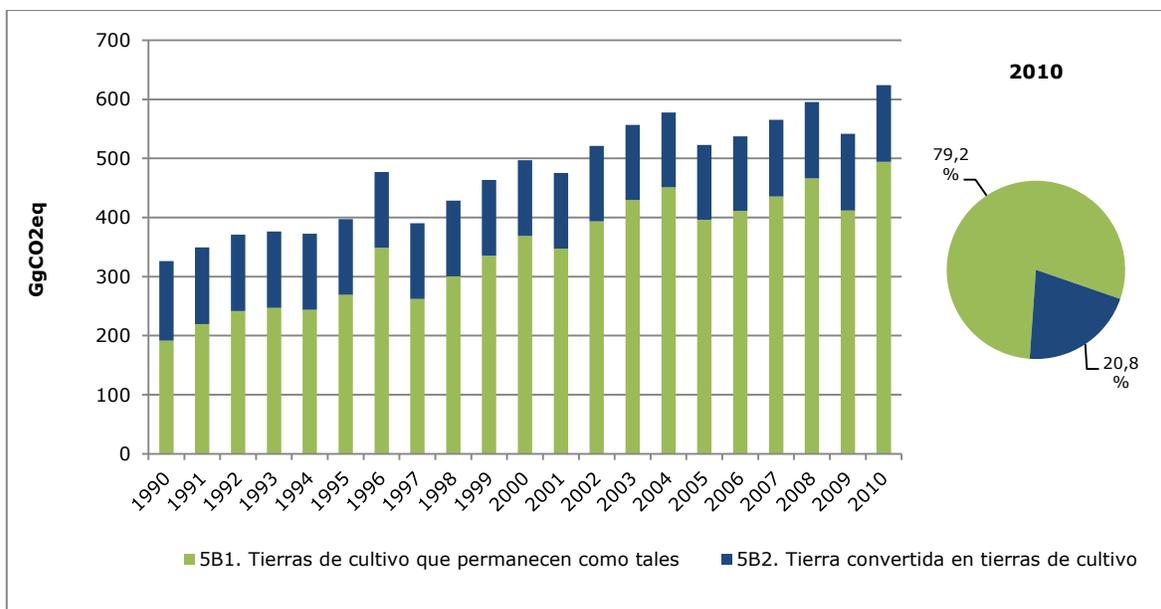


Figura 65. Tierras de cultivo: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

7.3.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Tierras de cultivo, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 77. Tierras de cultivo: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
B. Tierras de cultivo	T1b, T2	D, CS				
1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	T2	CS				
2. Tierra convertida a tierras de cultivo	T1b, T2	D, CS				

T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Tierras de cultivo que permanecen como tales

Para efectos de la elaboración del inventario, se deja constancia de la carencia de valores país o región-específicos, respecto de depósitos de carbono, en especial en referencia a la biomasa aérea y subterránea de los cultivos perennes, situación que imposibilita el cálculo de las emisiones de CO₂ de estas fuentes para la subcategoría Tierras de cultivo que permanecen como tales. Las emisiones que sí se consideran son aquellas provenientes del uso de cal en suelos cultivados, y la aplicación de urea.

Las emisiones producto del uso de cal en suelos cultivados dependen principalmente del tipo de cal, en el caso de Chile solo se considera calcita. Dado que los datos fueron desagregados por regiones, se efectuó una estimación de las emisiones con los factores de emisión por defecto respectivos. Lo mismo ocurre para la estimación de emisiones producto de la aplicación de urea.

En cuanto al uso de cal o encalado, Chile sólo reporta las emisiones de CO₂, provenientes del uso de cal en suelos agrícolas, asumiendo que, por falta de información, el 100% del consumo reportado corresponde a calcita.

Tierras convertidas a tierras de cultivo

Considerando la carencia de valores país o región-específicos, que permitan diferenciar la superficie que fue convertida en tierras de cultivos anuales de la convertida en cultivos perennes, el equipo elaborador trabajó con el supuesto de que toda la conversión es a cultivos anuales. Sin embargo la utilización de datos paramétricos combinados (nacionales para Tierras forestales y por defecto para el resto), en conjunto con la existencia de datos de actividad desagregados regionalmente, permitieron la implementación de un método de Nivel 2 para la componente Tierras forestales convertidas en tierras de cultivo.

7.3.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Tierras de cultivo que permanecen como tales

Por falta de estadísticas de consumo de cal para la estimación de emisiones producto del encalado se recopiló información de las siguientes fuentes:

- SOPROCAL,
- IANSA,
- SERNAGEOMIN (2011. *Anuario de la Minería de Chile*. 208 páginas. Santiago de Chile), y
- ODEPA y ASAGRIN Ltda. (2010. *Estudio de Diagnóstico de Mercado y Estudio de la Cadena de Comercialización de Fertilizantes en Chile*).

La desagregación regional del consumo de cal se basó en el juicio de expertos aplicado para elaborar el inventario anterior.

En cuanto a los datos de aplicación de urea, se empleó como fuente de datos el estudio las toneladas de urea informadas en *Estudio de Diagnóstico de Mercado y Estudio de la Cadena de Comercialización de Fertilizantes en Chile*, de ODEPA y ASAGRIN Ltda. Estos valores se desagregaron regionalmente.

Estas fuentes proveen cifras distintas sobre la producción nacional de cal y no aportan información que permita diferenciar la cal viva (CaO o Ca(OH)₂) de la calcita (CaCO₃) y dolomita (CaMg(CO₃)₂) (las dos últimas cuentan para las emisiones de CO₂), razón por la cual las emisiones de esta subcategoría poseen un alto nivel de imprecisión. Para este inventario, se trabajó con el supuesto que toda la cal empleada en la agricultura fue calcita.

Tierras convertidas a tierras de cultivo

Los datos de actividad de aquellas tierras convertidas a cultivo provienen del *Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile y Monitoreo de cambios y actualizaciones período 1997-2011*, efectuados ambos por CONAF.

Los datos paramétricos usados son: existencia de biomasa en tierras forestales (generado por INFOR y CONAF), existencia de biomasa en tierras de cultivo (por defecto, GL2006), existencia de biomasa en asentamientos (en base a juicio de experto).

7.3.2.2. Factores de emisión

Para las emisiones del encalado y la aplicación de urea se usaron factores por defecto de acuerdo a las GL2006.

7.4. Pastizales (5C)

7.4.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

En general, los pastizales se distinguen del “bosque” como ecosistemas con una cobertura forestal de árboles inferior a un cierto umbral, que varía de una región a otra. En los pastizales predomina el carbono subterráneo, que se encuentra principalmente en las raíces y en la materia orgánica del suelo. La transición de las lluvias o los gradientes del suelo entre los pastizales y el bosque se produce a menudo gradualmente. Muchos arbustos con altas proporciones de biomasa leñosa perenne pueden considerarse un tipo de pastizal, contabilizándolos todos ellos dentro de la categoría de Pastizales.

Los pastizales, que comprenden básicamente las tierras conocidas en Chile como praderas naturales, ocupan una superficie de 10,8 millones de hectáreas, y las praderas mejoradas, 1,06 millones ha, según el *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal* (INE, 2007). En Chile, muchas de estas formaciones vegetacionales están integradas por plantas herbáceas anuales y formaciones arbustivas conocidas como “matorrales”; la superficie de estas últimas, según el mismo *Censo*, alcanzó a 1,92 millones ha.

En el año 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 1.241,1 GgCO₂eq, o 2,0% en términos absolutos dentro del sector (Cuadro 78). Desde el año 1990, las emisiones de GEI de la categoría se han incrementado un 0,7%. El principal causante del aumento es la tierra forestal que pasa a pastizal.

A nivel de subcategorías, las Tierras convertidas en pastizales son las de mayor importancia con un 98,7%, mientras que los Pastizales que permanecen como tales contabilizaron un menor 1,3% (Figura 66).

Cuadro 78. Pastizales: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
5C1. Pastizales que permanecen como tales	6,9	7,2	5,1	17,6	15,6
5C2. Tierra convertida en pastizal	1.225,5	1.225,5	1.225,5	1.225,5	1.225,5
Balance	1.232,4	1.232,7	1.230,6	1.243,1	1.241,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

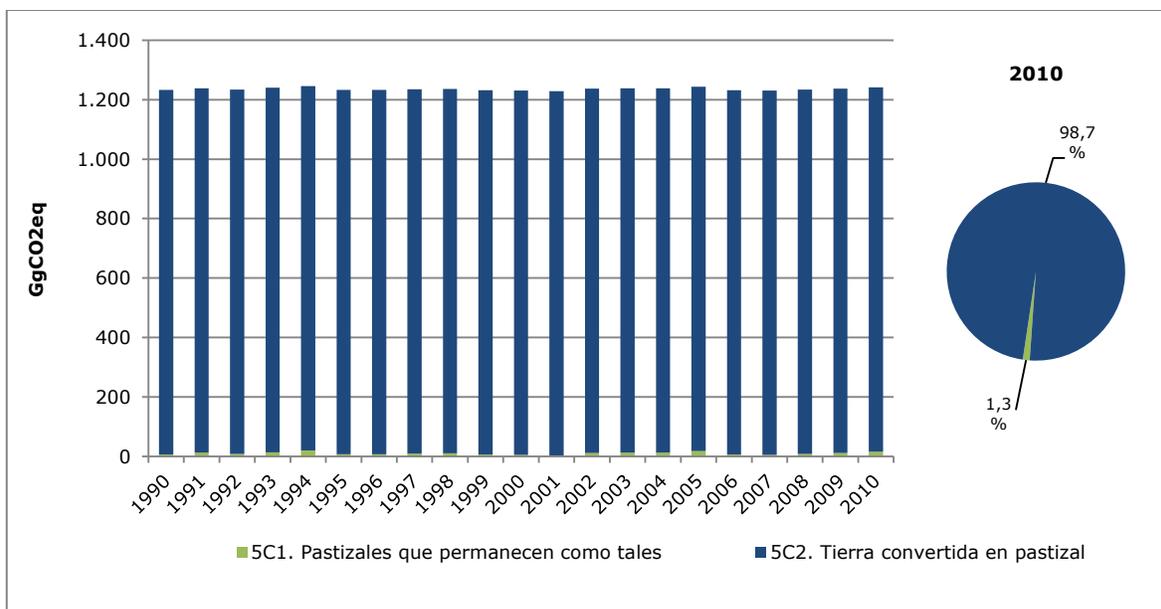


Figura 66. Pastizales: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

7.4.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Pastizales, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 79. Pastizales: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
C. Pastizales	T1b, T2	D, CS	T1a,b	D	T1a,b	D
1. Pastizales que permanecen como tales			T1a,b	D	T1a,b	D
2. Tierra convertida a pastizal	T1b, T2	D, CS				

T1a = Desagregación por componente operacional (cultivos, especies, etc.); T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Para efectos del inventario, se deja constancia de la carencia de valores país o región- específicos sobre las praderas naturales, principalmente en referencia a los matorrales arbustivos, lo que imposibilitó una plena inclusión de estas tierras en el inventario nacional de GEI. Solo se consideró el estrato herbáceo, el que fue alimentado por valores por defecto.

Esto generó una diferencia respecto de la serie anterior de inventarios (serie 1984/2006), en la que se trabajó solo con la biomasa aérea viva y se estimó la biomasa de matorrales según juicio de experto. Otra diferencia en esta oportunidad, fue registrar la superficie plantada con Atriplex bajo esta categoría, excluyéndola de la categoría Tierras forestales, donde estaba registrada anteriormente; además, por falta de datos nacionales, no se contabilizó la expansión anual de biomasa.

Las emisiones/absorciones producto de las Tierras forestales que se convierten a pastizales se estimaron mediante un método de Nivel 2, debido a la disponibilidad de datos paramétricos nacionales (biomasa en tierras forestales).

7.4.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Pastizales que permanecen como tales

El dato de actividad estadístico necesario es la superficie de pastizales incendiados (Estadísticas Históricas Incendios Forestales CONAF-Empresas 1985-2010 <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas/>). Los datos paramétricos son por defecto de acuerdo a las GL2006.

Tierras convertidas a pastizales

El dato de actividad estadístico necesario es la superficie de Tierras forestales, Tierras de cultivo, humedales, Asentamientos y otras Tierras, que cambian a Pastizales, dato disponible en los *catastros* de CONAF.

Los datos paramétricos usados son: existencia de biomasa en tierras forestales (generado por INFOR y CONAF), existencia de biomasa en tierras de cultivo (por defecto, GL2006), existencia de biomasa en asentamientos (en base a juicio de experto).

7.4.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para la categoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las GL2006.

7.5. Humedales (5D)

Esta categoría no fue estimada por carencia total de datos de actividad paramétricos y factores de emisión país o región específicos para la categoría.

7.6. Asentamientos (5E)

7.6.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

La categoría incluye la vegetación herbácea, arbustiva y árboles de zonas residenciales, zonas urbanas, jardines públicos y privados, parques, entre otros, ligados funcional o administrativamente a ciudades, pueblos u otros tipos de asentamientos humanos, siempre y cuando no se contabilicen en otra categoría de uso de la tierra.

Según estadísticas de CONAF (2011), los asentamientos abarcan una superficie de 248.002 ha, lo que equivale al 0,33% de la superficie nacional. Asimismo, la superficie de tierras que anualmente son convertidas a asentamientos, determinada a partir de las matrices de cambio de uso de la tierra del *Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile* de CONAF, es de 6.778,8 ha, siendo las Tierras de cultivo y los pastizales los que se ven mayormente afectadas.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 186,8 GgCO₂eq, o 0,3% en términos absolutos dentro del sector (Cuadro 80). Desde el año 1990, las emisiones de GEI de la categoría se han mantenido constantes.

A nivel de subcategorías, los Asentamientos que permanecen como tales son los de mayor importancia con un 100% (Figura 67).

Cuadro 80. Asentamientos: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
5E1. Asentamientos que permanecen como tales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5E2. Tierra convertida en asentamiento	187,2	186,6	186,3	185,7	186,8
Balance	187,2	186,6	186,3	185,7	186,8

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

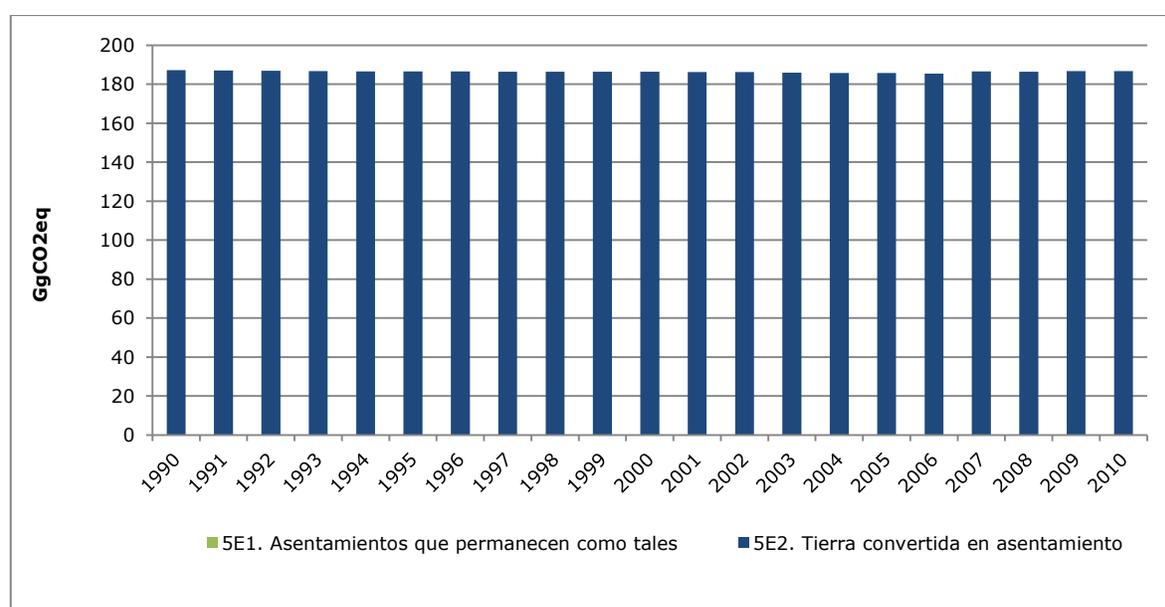


Figura 67. Asentamientos: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

7.6.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Asentamientos, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 81. Asentamientos: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
E. Asentamientos	T1b, T2	D, CS				
1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE				
2. Tierra convertida a asentamiento	T1b, T2	D, CS				

T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico; NE = No estimado.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Las emisiones y/o absorciones de la subcategoría Asentamientos que permanecen como tales no se cuantificaron debido a que el país no cuenta con información paramétrica que lo posibilite.

La metodología aplicada a la subcategoría Tierras convertidas en asentamiento es la misma aplicada para la subcategoría Tierras convertidas en Tierras forestales e implica estimar el cambio anual de las existencias de carbono de los depósitos considerados en este inventario (biomasa viva y necromasa).

7.6.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

El dato de actividad estadístico necesario es la superficie de Tierras forestales, Tierras de cultivo, pastizales y otras Tierras, que cambian a Asentamientos, dato disponible en los *catastros* de CONAF.

Los datos paramétricos usados son: existencia de biomasa en tierras forestales (generado por INFOR y CONAF), existencia de biomasa en tierras de cultivo (por defecto, GL2006), existencia de biomasa en pastizales (por defecto, GL2006).

7.6.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para la categoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las GL2006.

7.7. Otras tierras (5F)

7.7.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

Según las GL2006, la categoría Otras Tierras se encuentra conformada por tierras de suelo desnudo, roca, hielo y todas aquellas tierras que no pertenecen a las otras cinco categorías de uso de la tierra. Para este inventario, la categoría Otras Tierras se encuentra conformada por las categorías que reconoce la institucionalidad forestal chilena (CONAF), a saber:

- Áreas desprovistas de vegetación,
- Nieves y glaciares,
- Cuerpos de agua y,
- Áreas no reconocidas.

Estas conforman 30.678.266 ha, que equivalen a 41% de la superficie total nacional (CONAF, 2011).

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 123,2 GgCO₂eq, o 0,2% en términos absolutos dentro del sector (Cuadro 82). Desde el año 1990, las emisiones de GEI de la categoría se han mantenido constantes.

A nivel de subcategorías, las Tierras convertidas en otras tierras son las de mayor importancia con un 100% (Figura 68).

Cuadro 82. Otras tierras: emisiones y absorciones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
5F1. Otras tierras que permanecen como tales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5F2. Tierras convertidas en otras tierras	121,8	121,3	121,2	120,9	123,2
Balance	121,8	121,3	121,2	120,9	123,2

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

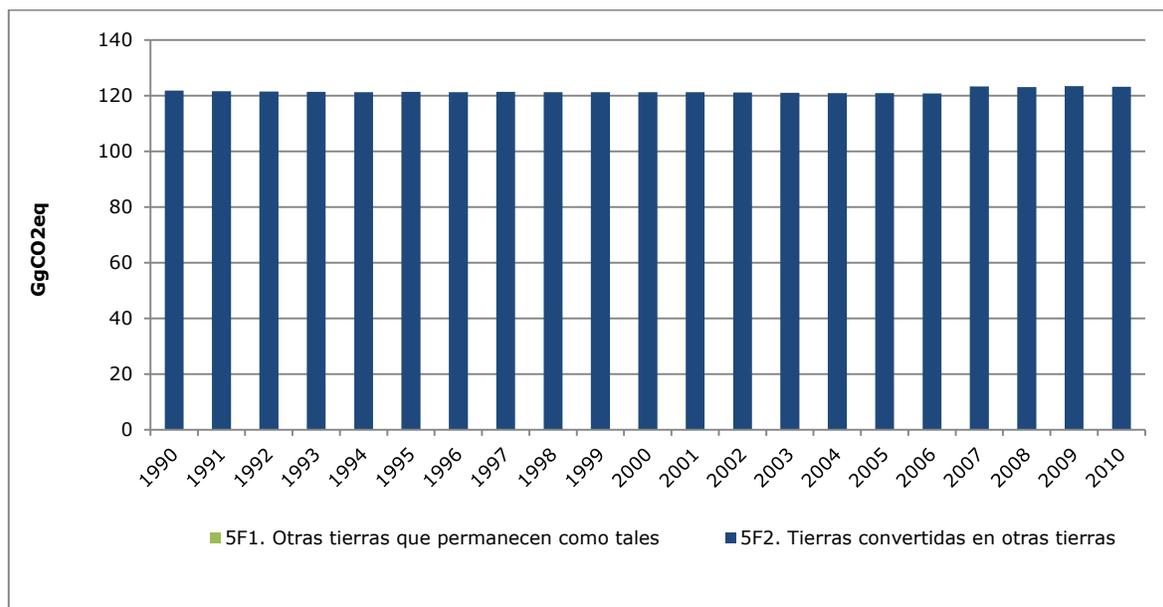


Figura 68. Otras tierras: tendencia de las emisiones y absorciones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

7.7.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Otras tierras, los métodos utilizados se presentan en el Cuadro siguiente:

Cuadro 83. Otras tierras: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
F. Otras tierras	T1b, T2	D, CS				
1. Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE				
2. Tierras convertidas a otras tierras	T1b, T2	D, CS				

T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico; NE = No estimado.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Esta categoría, al igual que los casos anteriores, contabiliza los cambios en las existencias de carbono, según la metodología descrita para la subcategoría Tierras convertidas en tierras forestales.

7.7.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad estadísticos necesarios son las superficies de Tierras forestales, Tierras de cultivo, pastizales y Asentamientos, que cambian a Otras tierras, dato disponible en los *catastros* de CONAF.

Los datos paramétricos usados son: existencia de biomasa en tierras forestales (generado por INFOR y CONAF), existencia de biomasa en tierras de cultivo (por defecto, GL2006), existencia de biomasa en pastizales (por defecto, GL2006), existencia de biomasa en asentamientos (en base a juicio de experto).

7.7.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para la categoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las GL2006.

7.8. Procedimiento de garantía y control de la calidad

Como fue mencionado anteriormente, el sector UTCUTS fue desarrollado por el equipo sectorial de AFOLU, por lo tanto, el procedimiento de garantía y control de la calidad aplicado al sector puede ser revisado en el capítulo 6. Agricultura.

7.9. Mejoras planificadas

En respuesta al análisis propio del equipo sectorial de AFOLU, y a las recomendaciones de la revisión experta del ISGEI, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales que poseen/generan datos estadísticos, para su posterior reporte a fuentes internacionales. Con esta acción se pretende mantener la consistencia entre bases de datos nacionales e internacionales.
- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos para la generación de factores de emisión país específicos. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y/o subcategorías significativas o clave.
- Desarrollo de factores de emisión país específicos. Se evaluará la posibilidad de contar con fondos que permitan la ejecución de proyectos, a través de concursos, para este fin.
- Mejoramiento de la información en el *Catastro de las Formaciones Vegetacionales Nativas* (CONAF), mediante:
 - Actualización de las matrices de cambio de uso de la tierra en las regiones extremas del país. De todas formas se entiende que los cambios de uso de la tierra son bastante menores que los ocurridos en las regiones del centro-sur.
 - Disminución de los intervalos entre la toma de imágenes para la construcción de las matrices de cambio de uso de la tierra.
- Mejoramiento de los datos paramétricos referentes a la gestión del bosque nativo mediante la ejecución del proyecto GEF *Integrated national monitoring and assessment system on forest ecosystems (SIMEF) in support of policies, regulations and SFM practices*

incorporating REDD+ and biodiversity conservation in forest ecosystems que INFOR ejecutará a partir de 2015.

8. SECTOR RESIDUOS (6)

8.1. Panorama general del sector

El sector Residuos contabiliza las emisiones de GEI generadas por las reacciones anaeróbicas que se producen desde la descomposición de residuos en sitios de disposición final, emisiones desde el tratamiento biológico de residuos (compostaje y digestión anaeróbica), GEI generados por los procesos de combustión a través de la incineración y quema abierta de residuos, y emisiones producto del manejo de aguas residuales domésticas e industriales. Por lo tanto, las categorías consideradas son las siguientes:

- 6A Disposición de residuos sólidos.
- 6B Tratamiento y descarga de aguas residuales.
- 6C Incineración de residuos.
- 6D Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos).

Durante los últimos años, Chile ha alcanzado una mejora en cuanto a la disposición final de residuos, al establecer exigencias normativas respecto de la localización, construcción, operación y cierre de estas instalaciones. Se han ido reemplazando sitios de disposición no gestionados y no categorizados, que no cumplen con las exigencias sanitarias y ambientales establecidas (vertederos y basurales) por sitios gestionados de acuerdo a la reglamentación vigente (rellenos sanitarios). Asimismo, se ha presenciado un aumento en las iniciativas de valorización de residuos, dentro de estos el tratamiento biológico de residuos sólidos (compostaje). También se han implementado normativas que regulan la incineración de residuos. Además, en el tratamiento y descarga de aguas residuales ha crecido de forma significativa la cobertura de tratamiento de aguas residuales domésticas. Las aguas industriales se han visto reguladas por la entrada en vigencia de nueva reglamentación desde 2006, lo que en conjunto con los cambios tecnológicos en el tratamiento de las descargas, han provocado una disminución de las emisiones de GEI.

Es importante mencionar que las GL2006 usan ciertos términos diferentes a los utilizados a nivel nacional para el sector Residuos. El Cuadro 84 muestra las denominaciones usadas por las GL2006 además de las empleadas a nivel nacional y la adaptación de éstas.

Cuadro 84. Residuos: homologación de términos para las categorías del sector

Denominación GL2006	Denominación Nacional	Denominación Utilizada
Eliminación de Desechos Sólidos	Disposición de Residuos	Disposición de Residuos Sólidos
Desechos Sólidos Municipales (DSM)	Residuos Sólidos Domiciliarios	Residuos Sólidos Municipales (RSM)
Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos (SEDS)	Sitios de Disposición Final de Residuos Domiciliarios	Sitios de Disposición de Residuos Sólidos (SDRS)
Tratamiento Biológico de los Desechos Sólidos	Tratamiento Biológico de Residuos	Tratamiento Biológico de Residuos Sólidos
Incineración e Incineración Abierta de Residuos	Incineración y Quema Abierta de Residuos	Incineración y Quema Abierta de Residuos
Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales	Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales	Tratamiento y Descarga de Aguas Residuales
Aguas Residuales Domésticas	Aguas servidas	Aguas Residuales Domésticas
Aguas Residuales Industriales	Residuos Industriales Líquidos (RILes)	Aguas Residuales Industriales
Requisito Bioquímico de Oxígeno (BOD)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Requisito Químico de Oxígeno (DQO)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Nota: En la normativa chilena no se hace referencia a la palabra "desechos"; se usa el término residuos, es por esto que se adaptó la denominación entregada por las GL2006 a las condiciones nacionales.

Fuente: Elaboración propia del equipo sectorial de Residuos.

El sector Residuos es el cuarto sector emisor de GEI en el país, representando el 3,9% de las emisiones de GEI totales (Figura 69).

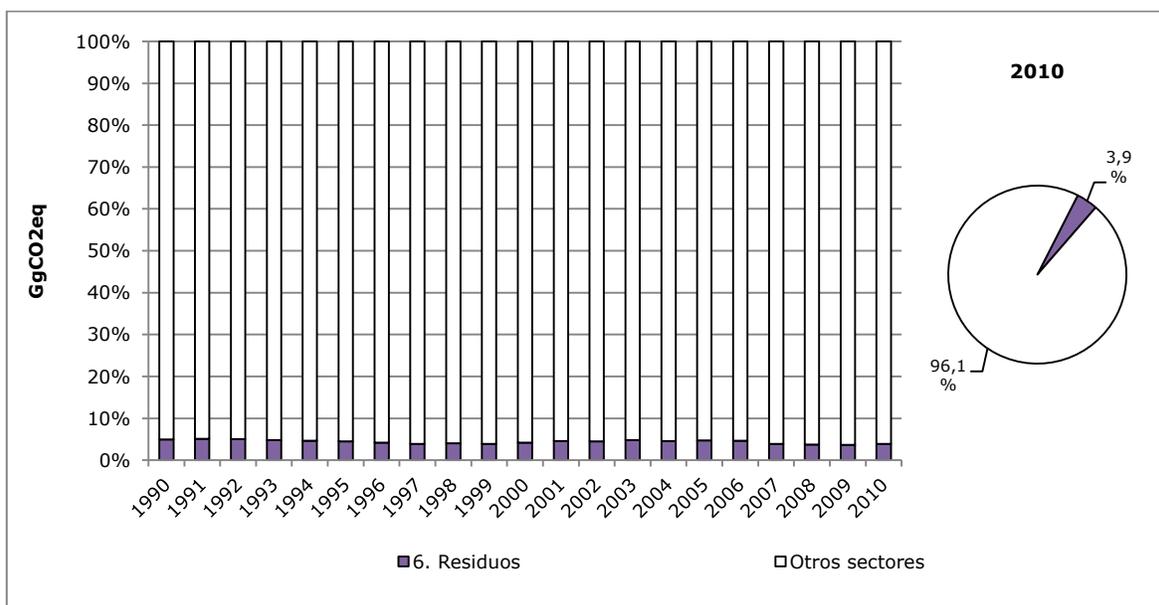


Figura 69. Sector Residuos: tendencia de la participación del sector en las emisiones de GEI totales (excl. UTCUTS)

En el año 2010, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 3.554,1 GgCO₂eq (Cuadro 85). Desde 1990, las emisiones de GEI del sector se han incrementado en un 44,2%. Las principales causantes del aumento de las emisiones de GEI son el incremento constante de la población y el aumento sostenido de los residuos generados. La disminución en las emisiones de GEI observadas desde 2007 (Figura 70) se debe principalmente a la recuperación de CH₄ en los SDRS durante los últimos años de la serie (mayor detalle en el punto 8.2. Disposición de residuos sólidos).

A nivel de categorías, 74,4% de las emisiones de GEI del sector corresponde a la categoría Disposición de residuos sólidos, seguido de un 23,7% de Tratamiento y descarga de aguas residuales, 1,9% de Tratamiento biológico de residuos sólidos y menos del 1% correspondiente a la categoría Incineración de residuos.

Cuadro 85. Sector Residuos: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por categoría, serie 1990-2010

Categoría	1990	1995	2000	2005	2010
6A. Disposición de residuos sólidos	1.916,3	2.187,1	2.564,1	3.104,9	2.643,7
6B. Tratamiento y descarga de aguas residuales	533,2	482,7	546,8	714,6	842,2
6C. Incineración de residuos	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
6D. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos)	15,9	15,9	19,0	46,5	67,9
Total	2.465,5	2.685,8	3.130,0	3.866,2	3.554,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

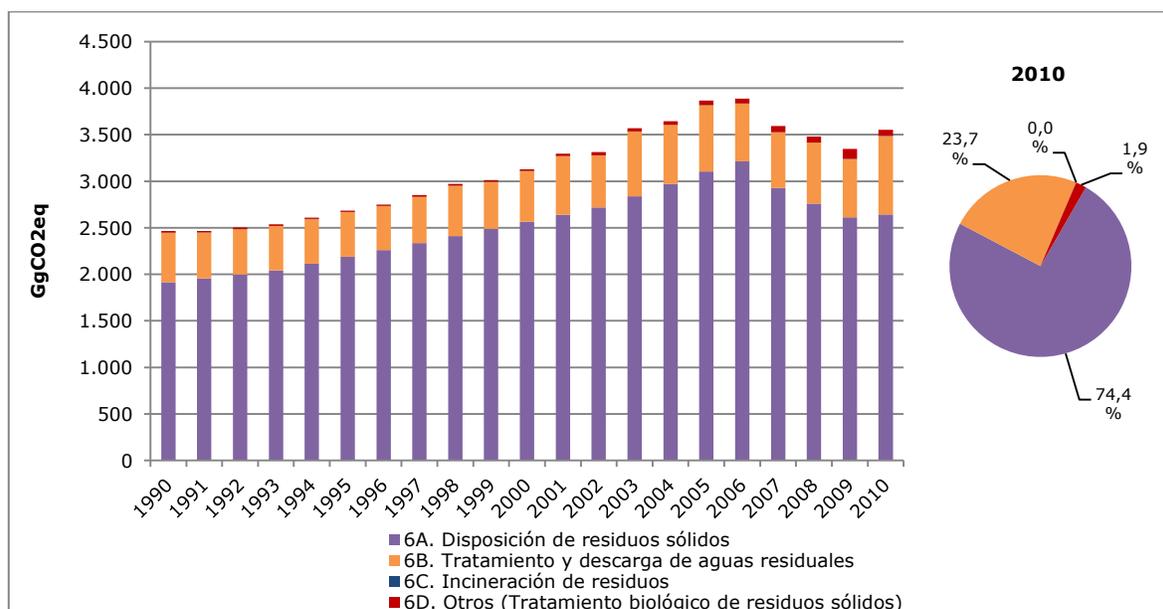


Figura 70. Sector Residuos: tendencia de las emisiones de GEI por categoría, serie 1990-2010

En 2010, el principal GEI emitido por el sector fue el CH₄, contabilizando un 90,2% de las emisiones de GEI del sector, lo sigue el N₂O con un 9,8% y el CO₂ con menos del 1% (Cuadro 86 y Figura 71).

Cuadro 86. Sector Residuos: emisiones por tipo de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

GEI	1990	1995	2000	2005	2010
CO ₂	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
CH ₄	2.268,8	2.473,1	2.884,3	3.572,3	3.204,8
N ₂ O	196,7	212,6	245,6	293,7	349,0
Total	2.465,5	2.685,8	3.130,0	3.866,2	3.554,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

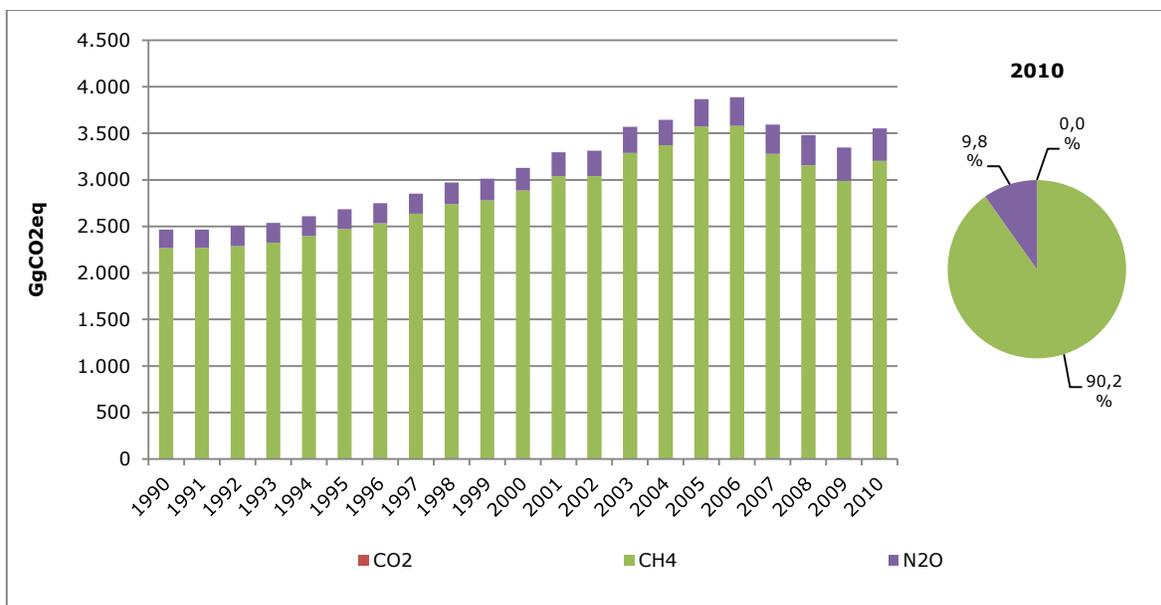


Figura 71. Sector Residuos: tendencia de las emisiones por tipo de GEI, serie 1990-2010

8.2. Disposición de residuos sólidos (6A)

8.2.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

El tratamiento y la eliminación de los residuos sólidos municipales, industriales y otros producen cantidades significativas de CH₄. Además del CH₄, los SDRS producen también CO₂ biogénico y COVDM, así como cantidades más pequeñas de N₂O, NO_x y CO. Las subcategorías incluidas dependen de las características del sitio de disposición. Estas son:

- 6A1 Sitios de disposición de residuos gestionados.
- 6A2 Sitios de disposición de residuos no gestionados.
- 6A3 Otros.

En general, los residuos sólidos del país pueden tener como destino los siguientes sitios:

- Relleno sanitario, (cumple con la legislación vigente, DS 189 de 2008),
- Basural (no cumple con la legislación de 1980 ni con la legislación vigente), y
- Vertedero (cumple con la legislación de 1980, Resolución 2004).

La cantidad total de residuos sólidos domiciliarios (RSD) corresponde a aproximadamente 6.000 Gg a nivel nacional para el año 2010. De estos, aproximadamente el 47% corresponde a la Región Metropolitana (RM), región que concentra la mayor población del país (MMA, 2014).

Los residuos industriales generados a nivel municipal, por pequeñas industrias y comercio están contabilizados dentro de la cantidad de RSM que son dispuestos en SDRS.

La categoría Disposición de residuos sólidos es la principal categoría emisora de GEI del sector. En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 2.643,7 GgCO₂eq, o 74,4% dentro del

sector (Cuadro 87). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 38,0%. El principal causante del aumento es el crecimiento sostenido de la población. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 72 se deben principalmente a la recuperación de CH₄ en los SDRS durante los últimos años de la serie.

A nivel de subcategorías, los Sitios de disposición de residuos gestionados (rellenos sanitarios) es la de mayor importancia con un 69,0%, seguido de 23,2% de Sitios de disposición de residuos no categorizados (vertederos) y un 7,8% de Sitios de disposición de residuos no gestionados (basurales).

Cuadro 87. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
6A1. Sitios de disposición de residuos gestionados - Rellenos sanitarios	0,4	585,8	831,3	2.029,8	1.823,8
6A2. Sitios de disposición de residuos no gestionados - Basurales	489,4	380,2	350,4	234,3	206,9
6A3. Otros (Sitios de disposición de residuos no categorizados) - Vertederos	1.426,4	1.221,1	1.382,4	840,7	613,1
Total	1.916,3	2.187,1	2.564,1	3.104,9	2.643,7

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

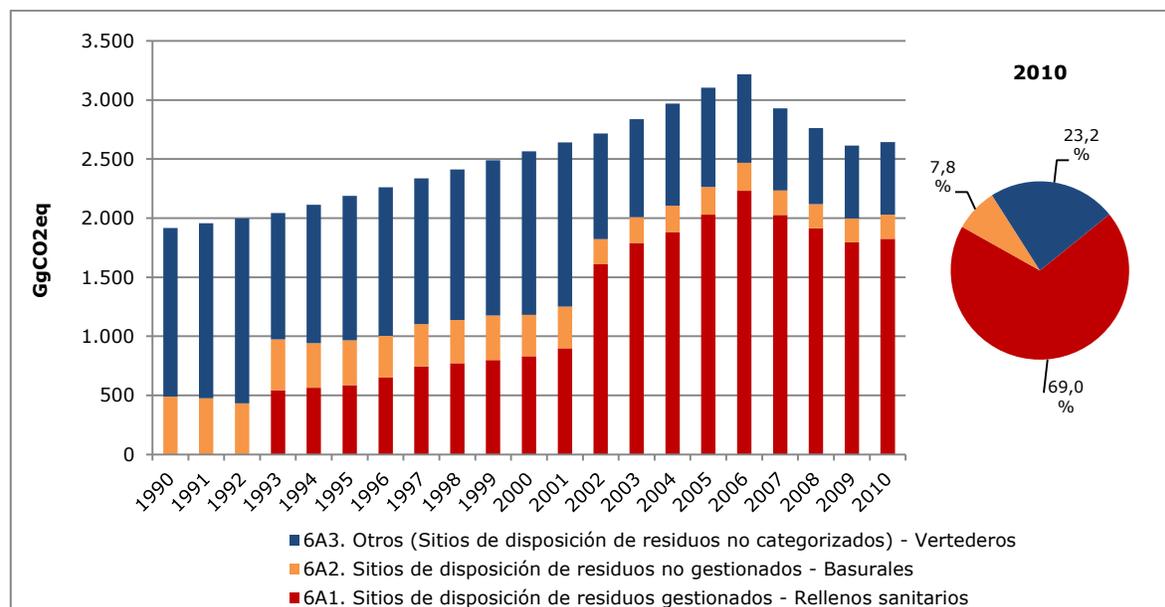


Figura 72. Disposición de residuos sólidos: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

La marcada disminución de GEI, a partir del año 2006, se debe al incremento del CH₄ recuperado en rellenos sanitarios y vertederos. En el Cuadro 88 y Figura 73 se presentan la emisión y recuperación de CH₄ desde rellenos sanitarios y vertederos. En 2010 se recuperó un 33,5% del CH₄ generado, lo que significa una mitigación de 1.228,3 GgCO₂eq.

Cuadro 88. Disposición de residuos sólidos: metano emitido (GgCO₂eq) y metano recuperado (GgCO₂eq) en rellenos sanitarios y vertederos, serie 1990-2010

Componente	1990	1995	2000	2005	2010
Metano emitido por rellenos sanitarios y vertederos	1.426,9	1.806,9	2.213,7	2.870,5	2.436,8
Metano recuperado en rellenos sanitarios y vertederos	0,0	0,0	0,0	0,0	1.228,3
Total	1.426,9	1.806,9	2.213,7	2.870,5	3.665,1

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

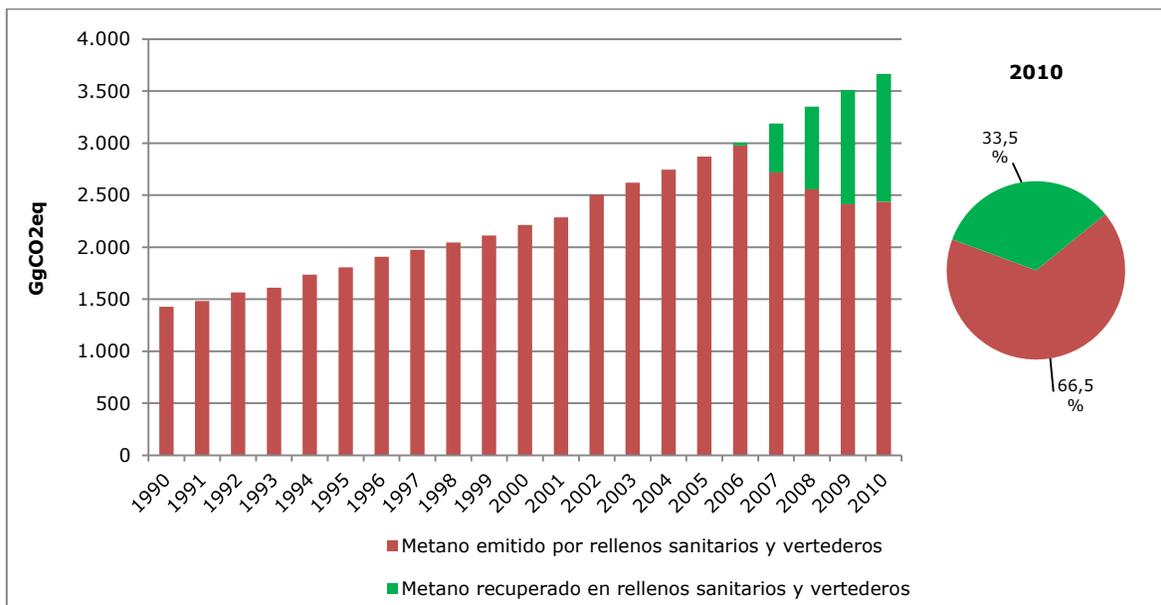


Figura 73. Disposición de residuos sólidos: tendencia del metano emitido y metano recuperado en rellenos sanitarios y vertederos, serie 1990-2010

8.2.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Disposición de residuos sólidos, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 89. Disposición de residuos sólidos: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
A. Disposición de residuos sólidos			T1	D		
1. Sitios de disposición de residuos gestionados			T1	D		
2. Sitios de disposición de residuos no gestionados			T1	D		
3. Otros			T1	D		

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Para el cálculo de las emisiones de GEI procedentes de la categoría se consideraron datos recolectados desde información específica del país con ajuste y estimaciones para el caso de incoherencias y vacío de datos respectivamente, mientras que para parámetros y factores de emisión se consideraron los valores por defecto desde las GL2006.

La metodología para la estimación de emisiones desde la categoría disposición de residuos sólidos está basado en el modelo *First Order Decay* (FOD), método de Nivel 1 de las GL2006. Además se desagregó el territorio nacional en dos macrozonas climáticas para establecer diferenciación de las condiciones en la degradación de residuos.

La Macrozona Norte correspondiente a las regiones XV, I, II, III, IV, V, XIII y VI; se clasificó según las opciones de zonas climáticas de las GL2006 como Boreal y Templada seca respecto a las condiciones climáticas de estas regiones, lo mismo se hizo con la Macrozona Sur que abarca las regiones VII, VIII, IX, XIV, X, XI y XII; se especificó como Boreal y Templada húmeda.

8.2.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Para los datos sobre la cantidad de residuos llevados a disposición final se usó información histórica generada por la Sección de Residuos del MMA (ex CONAMA), desde el año 2000, la cual fue ajustada a través de un estudio específico que permitió mejorar la coherencia de estos datos. Estos datos consideraron tres categorías, relacionados con el cumplimiento de la normativa chilena en esta materia. Luego estos datos fueron ajustados a la clasificación otorgada por las GL2006.

Para los datos de lodos se consideró la cantidad generada desde el tratamiento de aguas residuales domésticas que es llevado a SDRS, información publicada por Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS).

Para el CH₄ recuperado se recogieron datos desde cada uno de los 12 sitios de disposición final que llevan a cabo esta práctica a lo largo del país (Cuadro 90). Los supuestos realizados fueron siempre avalados por expertos a cargo del levantamiento de información de disposición de residuos a nivel nacional.

Cuadro 90. Sitios de disposición final de residuos con recuperación de metano

	Región	Nombre empresa	Nombre Proyecto
IV	Coquimbo	TASUI Norte	El Panul
V	Valparaíso	I. Municipalidad Viña del Mar	Ex Vertedero Lajarilla
	Valparaíso	Stericycle	El Molle y Cartagena
	Valparaíso	KDM	El Belloto
	Valparaíso	GEA	La Hormiga
XIII	Metropolitana	Proactiva	Santiago Poniente
	Metropolitana	Consortio Santa Marta	Santa Marta
	Metropolitana	KDM	Loma los Colorados
VI	O'Higgins	Proactiva	La Yesca
VIII	Biobío	Hidronor	Hidronor
	Biobío	Cermarc	Cermarc
XII	Magallanes	Punta Arenas	Leña dura

Fuente: MMA, 2013.

La fracción de RSD enviados a SDRS fue recopilada desde cada una de las SEREMI del medio ambiente, que informaron cada uno de los SDRS existentes por región. Con los datos sobre cantidad de residuos que disponen cada municipio, se calculó la fracción por tipo de disposición final. Esta información fue completada para el caso de vacío de datos y comparada con el *catastro*

ECOAMERICA, 2012. En el 2010, del total del RSD del país un 70% es llevado a rellenos sanitarios, el 22,7% es llevado a vertederos y el 7,3% termina en basurales (Figura 74).

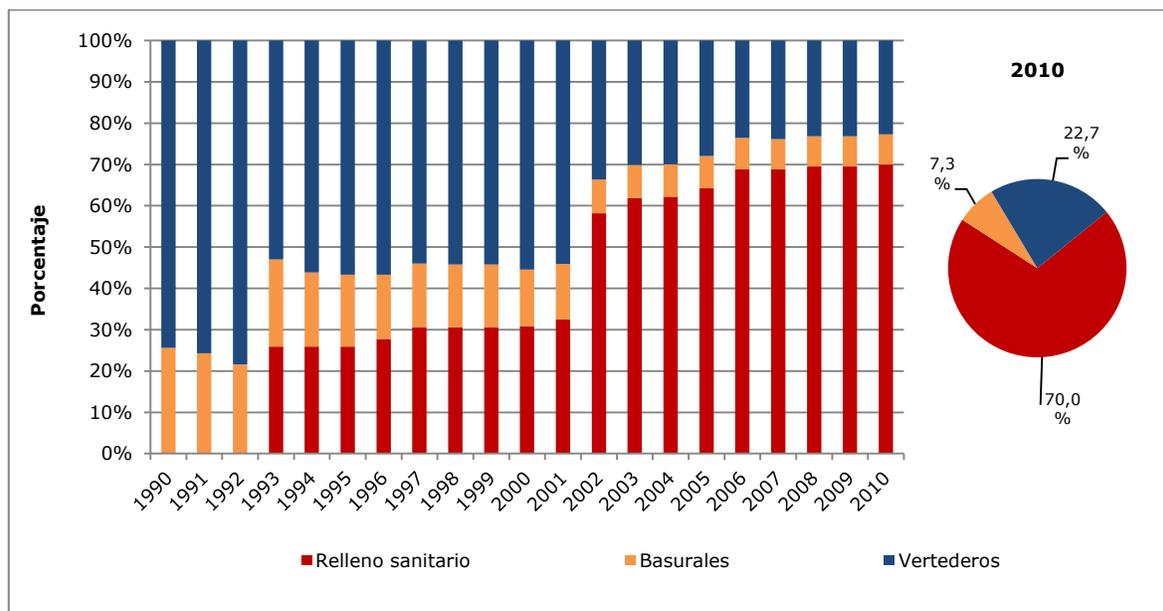


Figura 74. Disposición de residuos sólidos: tendencia de la fracción de residuos sólidos domiciliarios por sitio de disposición final, serie 1990-2010

Los datos paramétricos necesarios fueron obtenidos de las GL2006, por defecto.

8.2.2.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006, para todas las subcategorías correspondientes.

8.3. Tratamiento y descarga de aguas residuales (6B)

8.3.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

En esta categoría se incluyen las emisiones de CH₄ de las reacciones de tipo anaeróbicas que ocurren durante el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales. También están consideradas dentro de esta categoría las emisiones de N₂O que se generan por emisiones indirectas provenientes de las aguas residuales domésticas después de la eliminación de los efluentes en vías fluviales, lagos o mar.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 842,2 GgCO₂eq, o 23,7% dentro del sector (Cuadro 91). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 57,9%. Los principales causantes de este aumento son el aumento de la población y la cobertura de la red de tratamiento de aguas domésticas.

A nivel de subcategorías, Aguas residuales domésticas y comerciales es la de mayor importancia con un 98,1%, mientras que Aguas residuales industriales contabilizó un 1,9% (Figura 75). Desde el

año 2006, se aprecia una disminución de las emisiones de la subcategoría Aguas residuales domésticas, lo cual se debe a entrada en vigencia del D.S N° 90/00: *Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales*.

Cuadro 91. Tratamiento y descarga de aguas residuales: emisiones de GEI (GgCO₂eq) por subcategoría, serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
6B1. Aguas residuales industriales	40,5	83,8	87,0	258,2	16,3
6B2. Aguas residuales domésticas y comerciales	492,8	398,9	459,7	456,4	825,9
Total	533,2	482,7	546,8	714,6	842,2

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

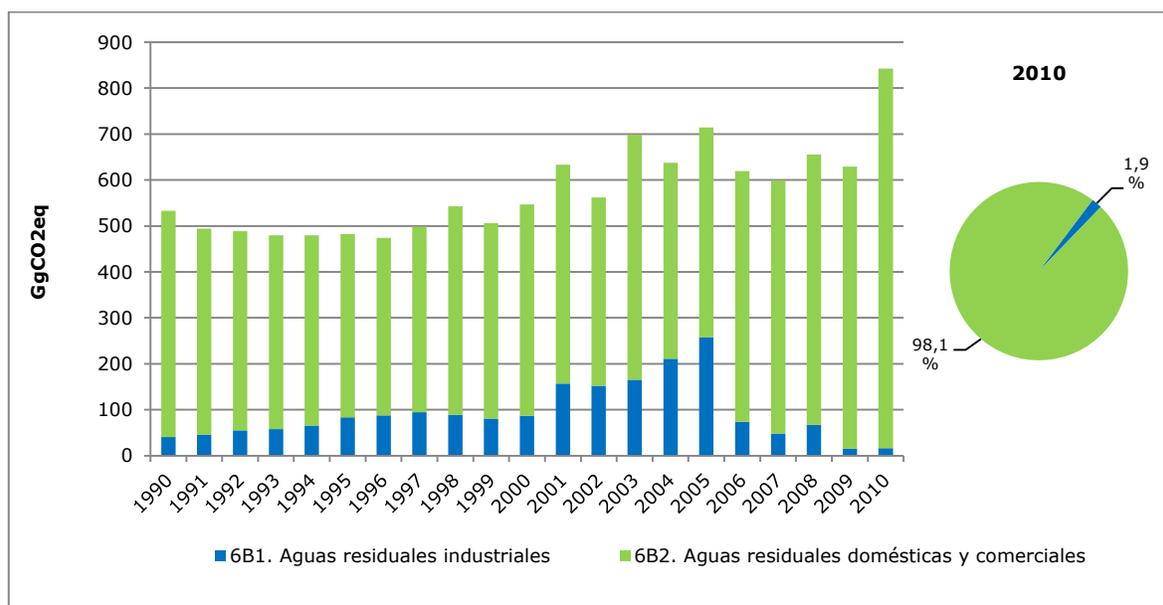


Figura 75. Tratamiento y descarga de aguas residuales: tendencia de las emisiones de GEI por subcategoría, serie 1990-2010

8.3.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Tratamiento y descarga de aguas residuales, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 92. Tratamiento y descarga de aguas residuales: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D
1. Aguas residuales industriales			T1	D		
2. Aguas residuales domésticas y comerciales			T1	D	T1	D
3. Otros			NE	D	NE	D

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto; NE = No estimado.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Aguas residuales industriales

La Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) es la encargada de la fiscalización de establecimientos generadores de aguas residuales industriales desde 2006, año en que se hace plenamente exigible el D.S N° 90/00. La SISS cumple con controlar los parámetros establecidos por esta normativa en cada uno de los establecimientos generadores de aguas residuales industriales en el país.

No obstante, este decreto no hace referencia a los tipos de tratamiento utilizados, cantidad de lodo generado o captura de CH₄ desde su tratamiento, es por esto que no se cuenta con este tipo de información a nivel nacional; sin embargo, se asignaron tipos de tratamiento a cada sector industrial por opinión de los profesionales de la Unidad Ambiental de la SISS, separado en tres períodos (1990-2000, 2001-2005 y 2006-2010).

El nivel metodológico utilizado en esta categoría corresponde a un Nivel 1, de acuerdo al uso de valores por defecto para factores de emisión y estimaciones realizadas para completar los vacíos de datos de actividad para algunos años.

Aguas residuales domésticas y comerciales

La entidad encargada de la fiscalización y establecimiento de normas para empresas sanitarias es la SISS. Esta maneja los datos de cobertura total del tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional. En 1991, año en que se comenzó a llevar un registro, la cobertura de tratamiento solo cubría un 6,8% de la población total, llegando a un 84% el año 2010 lo que representa un incremento de 77.2%, este grupo de la población que recibe tratamiento por parte del sector sanitario se denominó Urbana de altos ingresos, mientras que el resto de la población que cuenta con sus propios tipos de tratamiento o descarga, corresponde a población Urbana de bajos ingresos y Rural.

En el contexto nacional, el lodo removido desde el tratamiento de aguas residuales tiene múltiples destinos. Gran parte se dispone en rellenos sanitarios, vertederos autorizados o monorrellenos, donde las emisiones de CH₄ para estos tipos de disposición final son consideradas dentro de la categoría Disposición de residuos sólidos, mientras que otros destinos para el lodo generado son para uso agrícola como abono o compostaje.

En Chile existen un total de seis plantas de tratamiento de aguas residuales en que se lleva a cabo recuperación y quema de CH₄, hasta hoy en día ninguna con fines energéticos.

8.3.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Aguas residuales industriales

Existe información nacional desde 2006, año en que se hace plenamente exigible el D.S N° 90/00, siendo también competencia de la SISS fiscalizar establecimientos generadores de aguas residuales industriales. La información obtenida desde esta institución corresponde al período 2006-2010, por lo que se replicaron ciertos datos de este período para cubrir años sin información, además de considerar los valores de DBO₅ registrados para posteriormente ser convertidos a DQO.

Aguas residuales domésticas y comerciales

Los datos utilizados corresponden a caudales, tipos de tratamiento, cantidad de lodos y CH₄ recuperado fueron casi en su totalidad entregados por la SISS, entidad encargada de la fiscalización y establecimiento de normas para empresas sanitarias, mientras que los datos de población se obtuvieron desde el INE. Con los datos de cobertura de las plantas de tratamiento de aguas servidas se establecieron los datos de habitantes según coberturas de tratamiento de aguas residuales. Para separar la población según grupos de ingreso (población rural, urbana alta y urbana baja) se consideró la cobertura sanitaria, por lo que se recurrió a estudios de la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (SUBDERE) para obtener cifras respecto al déficit de saneamiento sanitario, y algunas Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA) del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) para completar datos.

Cifras sobre el consumo de proteína per cápita para la estimación de emisiones de óxido nitroso se obtuvieron desde el Ministerio de Salud (MINSAL). En algunos casos también se solicitó opinión de expertos nacionales en la materia. En el Cuadro 93 se presentan los valores de consumo a nivel nacional.

Cuadro 93. Aguas residuales domésticas y comerciales: consumo proteína nacional, (kg/persona/año), serie temporal 1990-2010

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Proteína	25,59	28,4	28,69	31,76	33,06

Fuente: Ministerio de Salud.

8.3.2.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006, para todas las subcategorías correspondientes.

8.4. Incineración de residuos (6C)

8.4.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

La incineración corresponde a la combustión de residuos sólidos y líquidos sin recuperación de energía. También puede ocurrir que esta sea abierta, es decir, la combustión de materiales no deseados, tales como papel, madera, plástico, textiles, caucho, aceites y otros residuos al aire libre o en vertederos abiertos, donde el humo y otras emisiones se liberan directamente al aire o a través de dispositivos de incineración que no controlan el aire de combustión. De acuerdo a la normativa nacional, la incineración abierta de residuos es una práctica ilegal, y no se cuenta con registros sobre cantidades incineradas.

En Chile se pueden detectar ciertas instalaciones autorizadas para la incineración de residuos hospitalarios sin recuperación de energía. Otra de las actividades consideradas dentro de la incineración de residuos corresponde a la cremación de cadáveres y restos humanos, actividad que se lleva a cabo en los crematorios pertenecientes a los mismos cementerios.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 0,3 GgCO₂eq, o menos del 1% dentro del sector (Cuadro 94). Desde el año 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un

321,0%. El principal causante del aumento es la creciente cantidad de residuos hospitalarios incinerados (Figura 76).

Cuadro 94. Incineración de residuos: emisiones de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
6C. Incineración de residuos	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3
Total	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

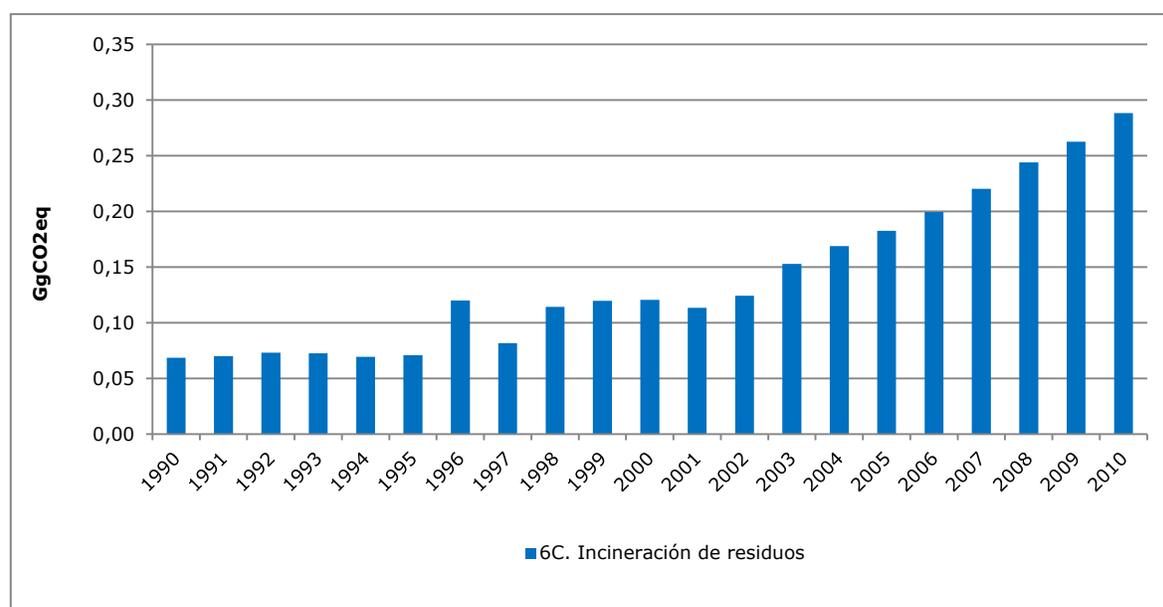


Figura 76. Incineración de residuos: tendencia de las emisiones de GEI, serie 1990-2010

8.4.2. Aspectos metodológicos

Para el desarrollo de la categoría Incineración de residuos, los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 95. Incineración de residuos: métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
C. Incineración de residuos	T1	D			T1	D

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

El nivel metodológico implementado para la categoría Incineración e incineración abierta de residuos corresponde a un Nivel 1, de acuerdo a las GL2006.

8.4.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Se recolectaron datos de residuos hospitalarios eliminados por incineración, acción que se encuentra regulada por el D.S. N° 6/09 *Reglamento sobre manejo de residuos de establecimientos de atención de salud*; y cantidad de cadáveres y restos humanos en crematorios. Para recopilar

esta información se recurrió al MINSAL, entidad encargada de velar por el cumplimiento de la combustión de residuos. En cuanto a residuos hospitalarios también se solicitaron datos a empresas que llevan a cabo esta práctica, mientras que los datos de cremación se obtuvieron desde algunos cementerios de país.

8.4.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión y datos paramétricos fueron casi en su totalidad por defecto desde las GL2006, mientras que otros se obtuvieron desde el INGEI de la 2CN de Chile (MMA, 2011).

8.5. Otros: Tratamiento biológico de residuos sólidos (6D)

8.5.1. Descripción de la categoría y sus emisiones de GEI

Aproximadamente el 50% en promedio de los residuos sólidos generados están compuestos de restos orgánicos, los que son susceptibles de ser transformados mediante tratamiento biológico de compostaje o digestión anaeróbica logrando reducción del volumen, estabilización del residuo, destrucción de agentes patógenos presentes, y la producción de biogás para utilización energética. De esta forma el producto final puede utilizarse como fertilizante y abono en suelos, o bien, eliminarse en SEDS.

En Chile se cuenta con cierta cantidad de instalaciones o proyectos de compostaje a nivel nacional, existiendo una Norma Chilena de calidad de compost (NCh 2880 del INN); mientras que los proyectos de digestión anaeróbica solo se encuentran aprobados y sin ejecución al año 2010, exceptuando aquellas plantas de tratamiento de aguas residuales que hacen digestión anaeróbica del lodo obtenido desde el tratamiento que estas llevan a cabo, los que son considerados dentro de la categoría Tratamiento y descarga de aguas residuales.

En 2010, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 67,9 GgCO₂eq, menos del 1% dentro del sector (Cuadro 96). Desde el año 1990, las emisiones de GEI han incrementado en un 326,1%. El principal causante de este es el aumento de la cantidad de instalaciones dedicadas a esta actividad. Las variaciones interanuales observadas en la Figura 77 se deben principalmente al cierre de algunas plantas entre 2009 y 2010.

Cuadro 96. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos): emisiones de GEI (GgCO₂eq), serie 1990-2010

Subcategoría	1990	1995	2000	2005	2010
6D. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos)	15,9	15,9	19,0	46,5	67,9
Total	15,9	15,9	19,0	46,5	67,9

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

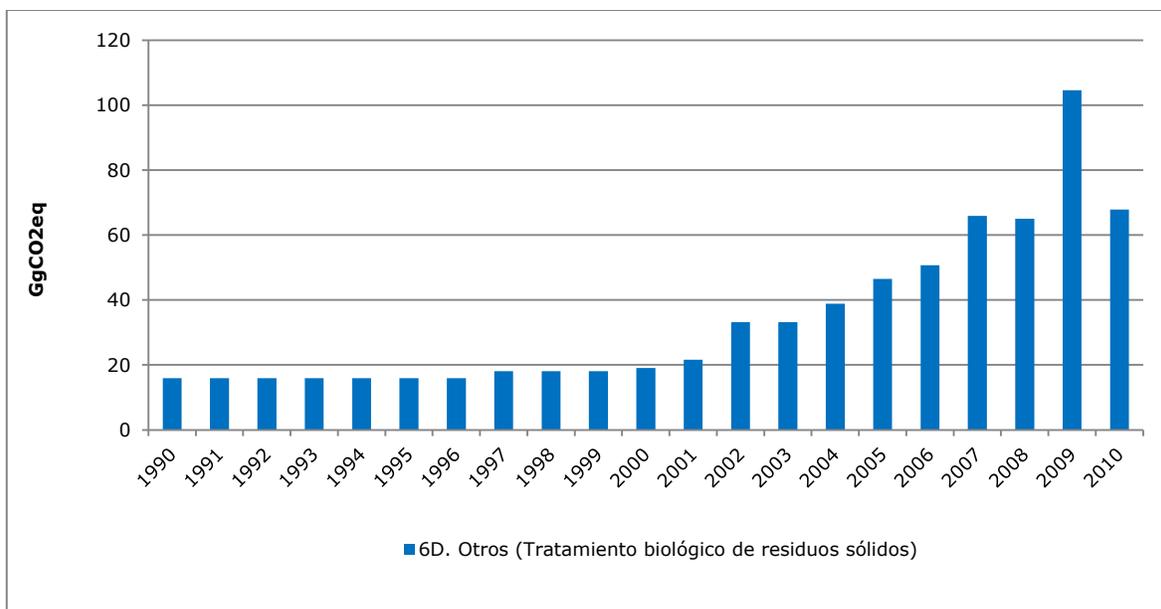


Figura 77. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos): tendencia de las emisiones de GEI, serie 1990-2010

8.5.2. Aspectos metodológico

Para el desarrollo de la categoría Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos), los métodos utilizados son presentados en el Cuadro siguiente:

Cuadro 97. Otros (Tratamiento biológico de residuos sólidos): métodos aplicados

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
D. Otros			T1	D	T1	D
Tratamiento biológico de residuos sólidos			T1	D	T1	D

T1 = Método Nivel 1; D = Defecto.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Para esta categoría se aplicó un nivel metodológico Nivel 1, que comprende el uso de factores de emisión por defecto desde las GL2006, según lo especifican estas mismas directrices.

8.5.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Al no existir un catastro de instalaciones de tratamiento biológico en el país, para levantar estos datos de actividad se acudió a proyectos de este tipo que ingresaron al SEIA. Se revisaron cada uno de los proyectos, rescatando aquellos que se encuentran en operación. La búsqueda solo arrojó existencia de proyectos de compostaje, mientras que los proyectos sobre digestión anaerobia correspondían a aprobaciones vigentes que aún no comienzan a operar, por lo que no fueron considerados. Esta información fue a la vez complementada con estudios de la SUBDERE sobre financiamiento de compostaje domiciliario. También se contactó a aquellas empresas y municipios más importantes en prácticas de compostaje visitando o contactando a alguna de estas a modo de obtener cifras útiles.

8.5.2.2. Factores de emisión

Se utilizaron factores de emisión por defecto de acuerdo a las GL2006, para todas las subcategorías correspondientes.

8.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad

A continuación se describen los procedimientos aplicados por el equipo sectorial para la garantía y control de la calidad.

8.6.1. Control de la calidad

- Comparación del actual ISGEI de Residuos versus el INGEI de Chile presentado en la *Segunda Comunicación Nacional* (MMA, 2011).
- Datos de actividad:
 - Análisis de las tendencias de los datos de actividad levantados para la identificación de valores anómalos.
 - Desarrollo de estudio *Ajuste del Catastro de Residuos Sólidos Municipales, Serie Temporal 1990/2012* (MMA, 2014) para la verificación y ajuste estadístico sobre cantidades totales de residuos eliminados en sitios de disposición final.
 - Verificación de la experiencia y experticia de los profesionales que aportaron con sus juicios,
 - Utilización de hojas de cálculo con formato estándar para los datos de actividad, detallando cada una de las fuentes de origen.
- Factores de emisión, factores de conversión y constantes:
 - Comprobación que los parámetros y factores de emisión son los más actualizados y pertinentes.
 - Comprobación de la pertinencia de los valores por defecto entregados por las GL2006. En el caso del DQO en (kg DQO/m³) de la categoría 4.D.2 tratamiento y descarga de aguas residuales industriales, el equipo determinó que el valor por defecto está sobreestimado respecto a la carga orgánica que poseen las aguas residuales industriales que se generan a nivel nacional.

8.6.2. Garantía de la calidad

El ISGEI de Residuos fue sometido a un proceso de revisión por un experto calificado como revisor de los INGEI de las Partes anexo I de la Convención durante julio del 2014. La revisión fue desarrollada a distancia, incluyendo una comunicación constante entre el experto revisor, el coordinador del SNICHILE y los profesionales del equipo sectorial para resolver las preguntas realizadas. El informe de evaluación resultante fue analizado por el equipo sectorial, incluyendo correcciones a los hallazgos pertinentes y evaluando la factibilidad de incluir la recomendación en la próxima actualización del INGEI de Chile.

8.7. Mejoras planificadas

En respuesta al análisis propio del equipo sectorial de Residuos, y a las recomendaciones de la revisión experta del ISGEI, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la generación y levantamiento de datos de actividad.
- Mejoramiento del procesamiento de los datos de actividad.
- Utilización de nueva información generada por la entrada en vigencia del D.S N°1 *Reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes*, que corresponde a un inventario o base de datos con información ambiental, de ámbito nacional, incluyendo información respecto de la disposición final de residuos sólidos municipales. Dicho registro comenzará a operar en 2015 recopilando información que podrá ser utilizada en la actualización de futuros inventarios.

9. NUEVOS CÁLCULOS Y MEJORAS

9.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Los cambios metodológicos son una parte esencial de la mejora de la calidad de los inventarios. En el caso del presente INGEI las emisiones y absorciones de GEI fueron estimadas utilizando las GL2006 del IPCC, lo que significó un cambio metodológico mayor frente al INGEI anterior presentado en la 2CN, el que fue elaborado, principalmente, en función de las GL1996, GPG2000 y GPG-LULUCF.

El cambio metodológico se debe principalmente a la voluntad del país por mejorar la calidad de la estimación de sus emisiones, prefiriendo utilizar las metodologías, factores de emisión y datos paramétricos presenten en las GL2006, siendo estos más actualizados que los de sus versiones anteriores (mayor detalle en sección 1.4.1. Metodologías).

También se realizaron refinaciones metodológicas para categorías como la Producción de cal, que fue estimada utilizando un Nivel 2 y para algunas categorías de Agricultura y UTCUTS, las que fueron desagregadas regionalmente. La estimación de las emisiones y absorciones de la categoría Tierras forestales en UTCUTS también fue mejorada a un Nivel 2.

9.2. Implicaciones para los niveles de emisión

En general, el presente INGEI presenta una disminución promedio de 19.384,0 GgCO₂eq en el balance de GEI de la serie temporal 1990-2006, en comparación con el INGEI de la 2CN (Figura 78), esto es debido principalmente a la inclusión del *pool* de carbono correspondiente a la Biomasa subterránea viva (raíces) de plantaciones forestales, lo que genera un incremento en las absorciones del sector UTCUTS. La mayor diferencia se produce para el año 2001, siendo de 25.630,9 GgCO₂eq; mientras que en 1998 ocurre la menor diferencia, siendo esta en torno a los 2.885,2 GgCO₂eq. La tendencia lineal muestra una leve disminución de la diferencia hacia 2006.

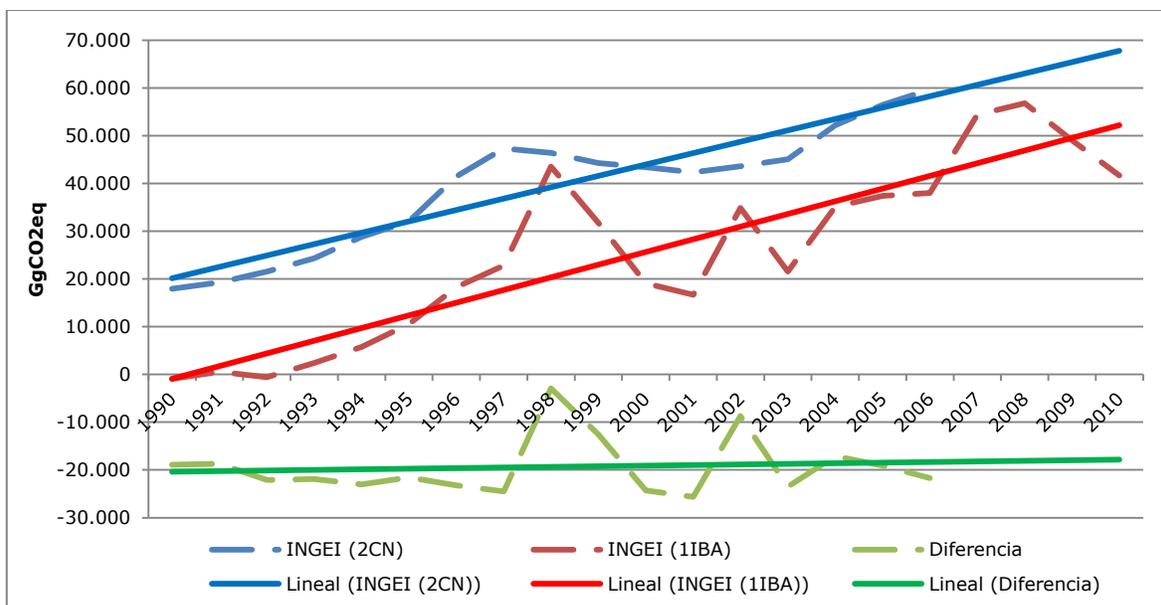


Figura 78. INGEI de Chile: tendencia de las emisiones netas de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010

Como se aprecia en la Figura 79, el recálculo del sector Energía no presenta mayores cambios en las emisiones, siendo el aumento promedio de emisiones de 1.258,6 GgCO₂eq para la serie 1990-2006 (2,8% de aumento con respecto al INGEI de la 2CN). La diferencia se debe principalmente a la utilización de los factores de emisiones por defecto de las GL2006 los cuales, a diferencia de los factores de emisiones por defecto de las GPG2000, suponen que el factor de oxidación del carbono por defecto es 1, lo que implica asumir que todo el carbono contenido en los combustibles es oxidado y liberado a la atmósfera como CO₂. Además, existe un cambio en la fuente de datos para la minería del cobre (de COCHILCO al BNE) y desagregación de las emisiones de aviación y navegación marítima en nacional e internacional (mayor detalle en el capítulo 3. SECTOR ENERGÍA).

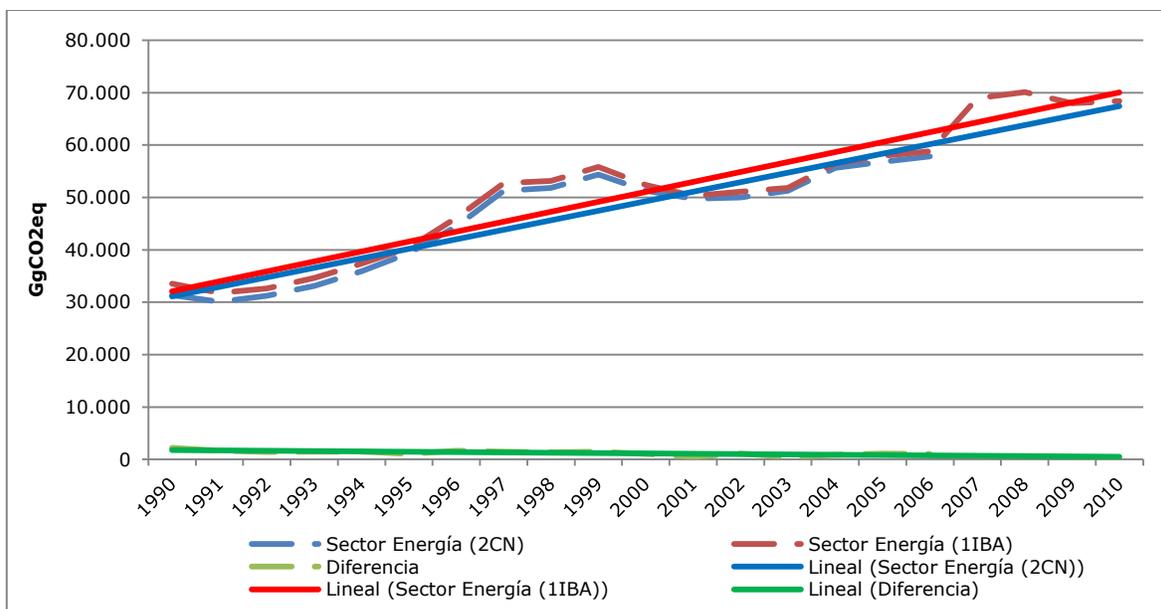


Figura 79. Sector Energía: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010

Como se aprecia en la Figura 80, el recálculo de los sectores Procesos Industriales y Uso de Solventes y Otros Productos presenta cambios en las emisiones, siendo el aumento promedio de emisiones de 1.211,1 GgCO₂eq para la serie 1990-2006 (29,6% de aumento con respecto al INGEI de la 2CN). La diferencia se debe a la inclusión de emisiones de GEI en categorías no consideradas en las GL1996 y GPG2000, como por ejemplo emisiones de CO₂ por la producción de metanol y etileno. Además, se utilizó una metodología diferente para la estimación de emisiones de HFCs y PFCs, en comparación con la utilizada en el INGEI de la 2CN (mayor detalle en el capítulo 4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES).

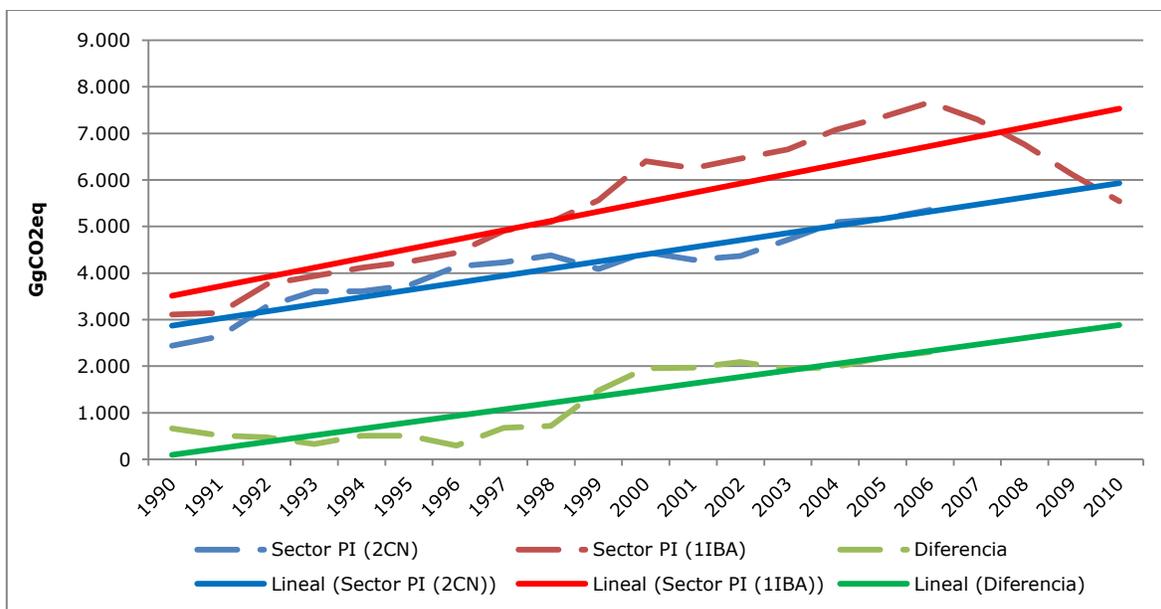


Figura 80. Sector Procesos industriales: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010

Como se aprecia en la Figura 81, se muestra el recálculo del sector Agricultura, el que no presenta mayores cambios en las emisiones, siendo la disminución promedio de emisiones de 893,2 GgCO₂eq para la serie 1990-2006 (6,9% de disminución con respecto al INGEI de la 2CN). La diferencia se debe principalmente al ajuste de factores de emisiones país específicos para las categorías Fermentación entérica y Manejo del estiércol, y refinación de datos de actividad en la población animal (mayor detalle en el capítulo 6. SECTOR AGRICULTURA).

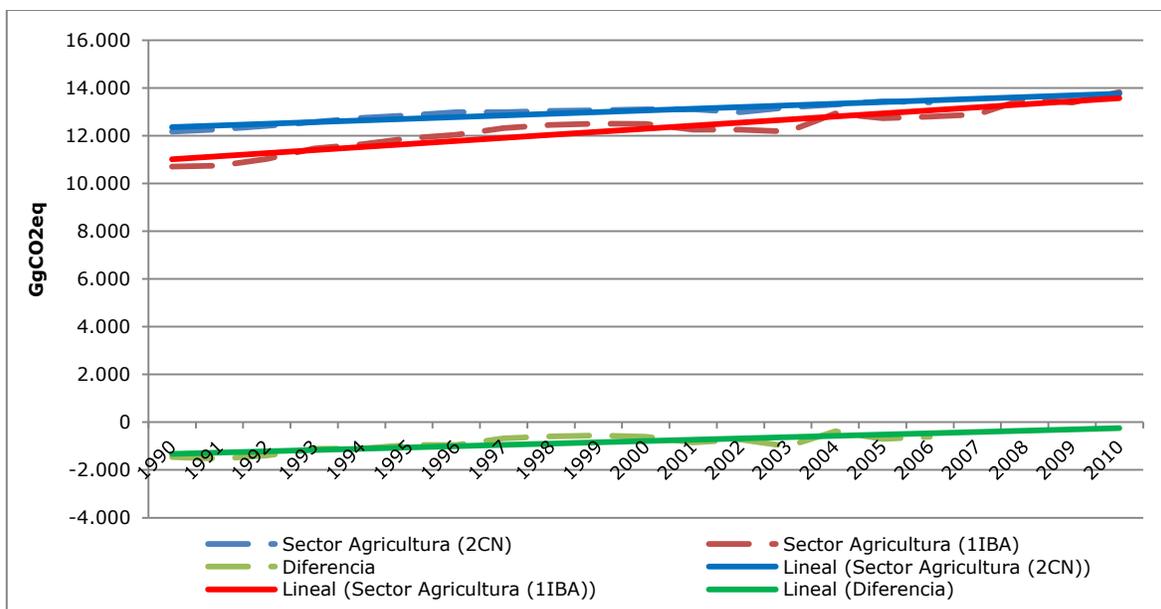


Figura 81. Sector Agricultura: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010

Como se aprecia en la Figura 82, el recálculo del sector UTCUTS, siendo el que presenta mayores cambios con un aumento promedio de la absorción de GEI de 22.344,9 GgCO₂eq para la serie 1990-2006 (88,7% de aumento de las absorciones de GEI con respecto al INGEI de la 2CN). Los incrementos en la absorción se deben, fundamentalmente, a la inclusión del *pool* de carbono correspondiente a la Biomasa subterránea viva (raíces) de plantaciones forestales, lo que genera un incremento en las absorciones del sector UTCUTS. Además, los factores de expansión de la biomasa fueron actualizados generando un cambio favorable a la absorción de GEI. Es importante destacar que para los años 1998 y 2002 se produce un cambio en la tendencia. Esto se debe a los considerables aumentos de superficies afectadas por incendios forestales que ocurrieron en esos años (mayor detalle en el capítulo 7. SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA).

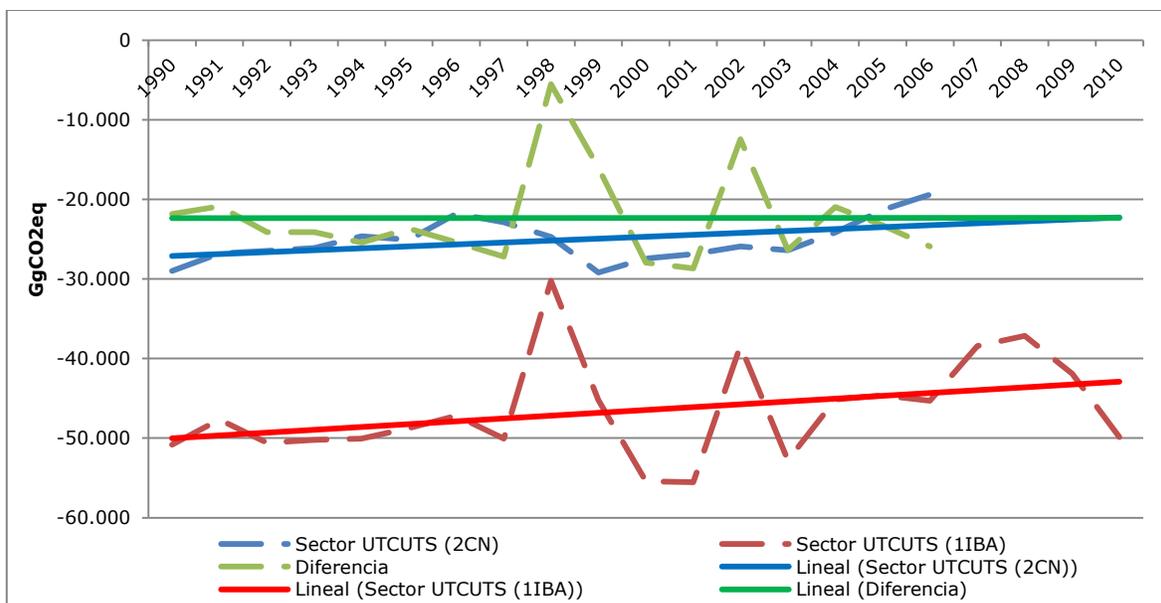


Figura 82. Sector UTCUTS: tendencia de las emisiones netas de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010

Como se aprecia en la Figura 83, el recálculo del sector Residuos es el que presenta mayores cambios con un aumento promedio de emisiones de 1.281,6 GgCO₂eq para la serie 1990-2006 (73,2% de aumento con respecto al INGEI de la 2CN). El incremento se debe principalmente a los cambios metodológicos, ya que las GL2006 incluyen mejoras en métodos por defecto para la categoría Sitios de disposición final, además de incluir la categoría de Tratamiento biológico de residuos que no estaba presente en las anteriores directrices. También es importante mencionar que actualmente Chile cuenta con mejor información estadística respecto a la generación y destino final de residuos sólidos municipales y residuos líquido (mayor detalle en el capítulo 8. SECTOR RESIDUOS).

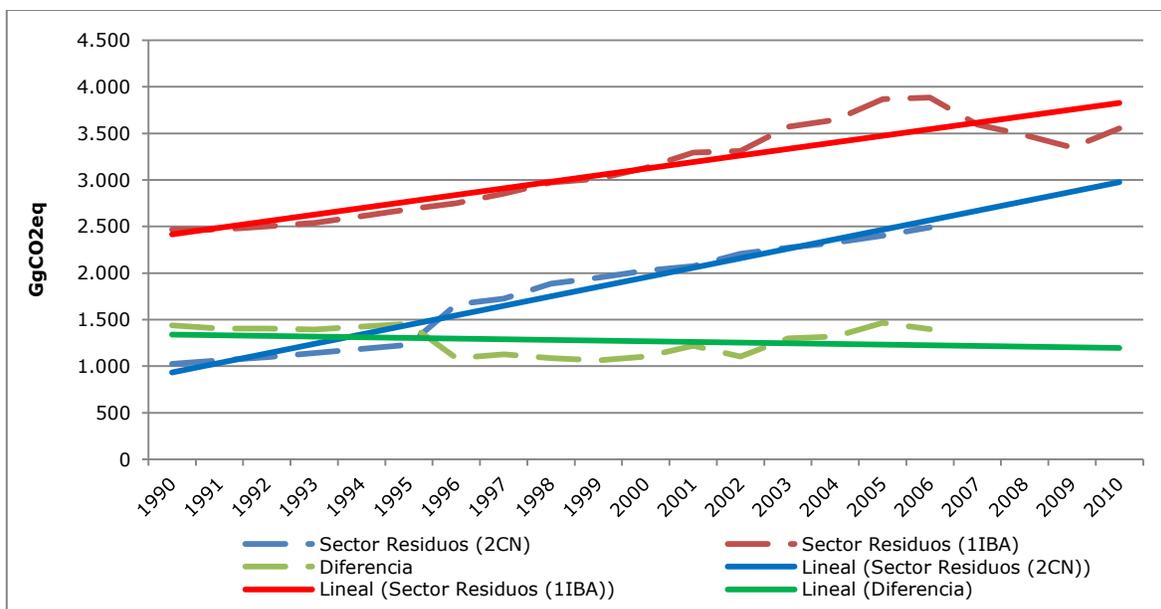


Figura 83. Sector Residuos: tendencia de las emisiones de GEI reportadas por Chile en la Segunda Comunicación Nacional y en el Primer Informe Bienal de Actualización, serie 1990-2010

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

General

- CMNUCC. (2012). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011.*
- CMNUCC. (2011). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010.*
- CMNUCC. (2006). *Directrices actualizadas de la Convención Marco para la presentación de informes sobre los inventarios anuales, tras la incorporación prevista en la decisión 14/CP.11.*
- CMNUCC. (2003). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 8º período de sesiones, celebrado en Nueva Delhi del 23 de octubre al 1 de noviembre de 2002.*
- CMNUCC. (2002). *Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 7º período de sesiones, celebrado en Marrakech del 29 de octubre al 10 de noviembre del 2001.*
- EPA. (2011). *Desarrollando un Sistema de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Plantillas de Ejercicio.*
- IPCC. (2006). *Directrices IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.*
- IPCC. (2003). *Guía de buenas prácticas para Uso de la tierra, cambios en el uso de tierras y silvicultura.*
- IPCC. (2000). *Guía de buenas prácticas y gestión de la incertidumbre en la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.*
- IPCC. (1996). *Directrices IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, Revisadas en 1996.*
- IPCC. (1995). *IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995 (SAR).*
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011). *Segunda Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.* Santiago: Maval.
- NACIONES UNIDAS. (1992). *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.*
- OCDE. (2003). *Current status of national inventory preparation in annex I parties and non-annex I parties.*
- PNUD. (2005). *Managing the National Greenhouse Gas Inventory Process.* Obtenido de <http://www.undp.org/cc>

Sector Energía

- COCHILCO. (2001-2012). *Comisión Chilena del Cobre.* Recuperado el 2013, de Ministerio de Minería: <http://www.cochilco.cl/estadisticas/anuario.asp>

- COCHILCO. (2010). *Consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la minería del cobre de Chile*.
- Gómez, D. (2014). *Informe de la evaluación experta del inventario sectorial de gases de efecto invernadero del sector Energía de Chile*.
- IEA. (s.f.). *Chile: Electricity and Heat 2010*. Recuperado el 2014, de Statistics: <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?&country=CHILE&year=2010&product=ElectricityandHeat>
- Ministerio de Energía. (Todos los años disponibles). *Balance Nacional de Energía*. Recuperado el 2013, de <http://www.minenergia.cl/documentos/balance-energetico.html>
- POCH AMBIENTAL. (2008). *Inventario de gases de efecto invernadero*.
- SISTEMAS SUSTENTABLES. (2010). *Desarrollo de una metodología local de cálculo de emisiones búnker para gases de efecto invernadero*.

Sector Procesos industriales

- Acevedo, H. y., & Chile, U. d. (2005). *Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana*. Recuperado el 2013, de <http://www.tesis.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111195/tesis%20caliza.pdf?sequence=1>
- Asociación de Industriales Químicos. (2013). *ASIQUIM A.G.* Obtenido de http://www.asiquim.cl/web/Guia2011/produccion_quimicos/proc_provee.html
- CAP Minería. (2013). Obtenido de <http://capmineria.cl>
- COCHILCO. (2010). *Consumo de energía y emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la minería del cobre de Chile*.
- COCHILCO. (2006, 2008, 2010). *Mercado Nacional e Internacional del hierro y el acero*. Obtenido de <http://www.cochilco.cl/estudios/info-hierro.asp>
- COCHILCO. (2001-2012). *Estadísticas del cobre y otros minerales*. Recuperado el 2013, de <http://www.cochilco.cl/estadisticas/anuario.asp>
- Editec. (2009). *Revista Minería Chilena*. Recuperado el 2013, de http://www.mch.cl/revistas/index_neo.php?id=1006
- Instituto del Cemento y Hormigón de Chile. (s.f.). *ICH*. Recuperado el 2013, de http://ich.cl/?page_id=64
- Methanex. (2012). Obtenido de <http://www.methanex.cl/noticias/2013/noticia0313a.pdf>
- SERNAGEOMIN. (2007-2012). *Anuario de la Minería de Chile*. Recuperado el 2013, de <http://www.sernageomin.cl/sminera-anuario.php>
- Servicio Nacional de Aduanas. (s.f.). *Arancel aduanero vigente*. Recuperado el 2013, de <http://www.aduana.cl/arancel-aduanero-vigente/aduana/2011-12-22/114144.html>
- SOFOFA. (s.f.). *Indicadores Industriales*. Recuperado el 2013, de <http://web.sofofa.cl/informacion-economica/indicadores-industriales/informacion-sectorial-de-la-industria/minerales-no-metalicos-y-metalica-basica/>

U.S. Geological Survey. (1994-2010). *The Mineral Industry of Chile* . Recuperado el 2013, de <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#ci>

Sector Utilización de solventes y otros productos

INE. (2010). *Encuesta Nacional Industrial Anual*.

Sector Agricultura

FAO. (s.f.). *Fertilizantes*. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/*/S

FAO. (s.f.). *Población Vacuno*. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/RF/S>

FAO. (s.f.). *Producción de Cultivos*. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>

INE. (2007). *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal*.

INIA. (2010). *Complementos y actualización del inventario de Gases de Efecto Invernadero para Chile en los sectores Agricultura, Uso de suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura, y Residuos antrópicos*.

Manterola, H., & Cerda, D. &. (1999). Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. *FIA y Universidad de Chile* .

ODEPA. (2000-2010). *Catastro vitícola nacional*. Recuperado el 2013, de <http://icet.odepa.cl>

ODEPA. (s.f.). *Catastros Frutícolas*. Recuperado el 2013, de <http://icet.odepa.cl>

ODEPA. (s.f.). *Estadísticas de ganado*. Recuperado el 2013, de ICET, Sistema de Consulta Estadístico Territorial: <http://icet.odepa.cl>

ODEPA. (s.f.). *Estadísticas de hortalizas*. Recuperado el 2013, de <http://icet.odepa.cl>

ODEPA. (s.f.). *Estadísticas de Vacas leche*. Recuperado el 2013, de <http://icet.odepa.cl/>

ODEPA. (s.f.). *Estadísticas de Vacunos carne*. Recuperado el 2013, de <http://icet.odepa.cl/>

Taboada, M. (2014). *Informe de la evaluación experta del inventario sectorial de gases de efecto invernadero del sector Agricultura de Chile*.

Sector Uso de tierras, cambios en el uso de tierra y silvicultura

Cairns, M., Brown, S., Helmer, E., & Baumgardner, G. (1997). Root biomass allocation in the worlds upland forests. . *Oecologia* , 111, 1–11.

CONAF. (2013). *Informe de Bosque Nativo Manejado. Departamento de Prospección Sectorial (DPS), Evaluación de los recursos forestales mundiales*.

CONAF. (2011). *Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Monitoreo de cambios y actualizaciones. Período de 1997-2011*.

- CONAF. (Todos los períodos disponibles). *Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y actualización.*
- CONAF. (s.f.). *Estadísticas histórico Incendios Forestales CONAF - Empresas 1985-2012.* Recuperado el 2013, de <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas>
- CONAF y CONAMA. (1999). *Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe con variables ambientales.*
- Consorcio Lechero S.A., FIA, INIA. (2009). *Praderas permanentes en las zonas lecheras de Chile.*
- Coomes, D., & Grubb, P. (2000). Impacts of root competition in forests and woodlands: a theoretical framework and review of experiments. *Ecol. Monogr.* , 70, 171–207.
- Davel, M., & Jovanovski, A. &. (2005). Densidad básica de la madera de pino oregón y su relación con las condiciones de crecimiento en la Patagonia Andina Argentina. *Bosque* 26(3) , 55-62.
- Gayoso, J., Chile, U. A., & INFOR. (2002). *Proyecto FONDEF: Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Inventario de biomasa y contabilidad de carbono. Informe Técnico.*
- Gayoso, J., Guerra, J., & Alarcón, D. (2002). *Proyecto FONDEF: Medición de la capacidad de captura de carbono en bosque de Chile y promoción en el mercado mundial. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Informe Técnico.*
- Gorrini, B., Poblete, H., & Hernández, G. &. (2004). Tableros de partículas y MDF de Eucalyptus nitens: Ensayos a escala industrial. *Bosque* 25(3) , 89-97.
- Hernández, G. &. (2010). *Propiedades de la madera de especies forestales nativas y exóticas en Chile. Monografías Concepción, Chile: INFOR. Informe Técnico N° 178.*
- INE. (2007). *VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.*
- INFOR. (Todos los años disponibles). *Anuario Forestal.*
- INFOR. (Todos los años disponibles). *Boletín Estadístico. Estadísticas Forestales.* Santiago, Chile.
- INFOR. (1992). *Informe Técnico N°130. Evaluación del consumo de leña en Chile.*
- INFOR. (2007). *Disponibilidad de madera de Eucalyptus en Chile, 2006-2025.*
- INFOR. (2005). *Disponibilidad de madera de las plantaciones de Pinus radiata en Chile, 2003-2032.*
- INFOR. (2011). *Los Recursos Forestales en Chile. Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. Informe final.*
- INFOR y CORFO. (1986). *Especies forestales de interés económico para Chile.*
- Oyhantxabal, W. (2014). *Informe de la evaluación experta del inventario sectorial de gases de efecto invernadero del sector UTCUTS de Chile.*
- Prado, J. &. (1989). *Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo.* Santiago, Chile.
- Rodríguez, J. (1994). *Manual de fertilización.* Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile.

UACH-FIA. (2012). *Caracterización de materia prima combustibles sólidos de madera (CSM). Informe técnico 2.*

Wylie W., A. (2011). *Caracterización del balance de carbono: El caso de la fruticultura chilena de exportación y posibilidades de mitigar las emisiones de CO₂.* Santiago: FONDEF.

Sector Residuos

Calvo, E. (2014). *Informe de la evaluación experta del inventario sectorial de gases de efecto invernadero del sector Residuos de Chile.*

CMNUCC. (s.f.). *Reporte de monitoreo de proyectos MDL.* Recuperado el 2013, de <http://cdm.unfccc.int/Projects>

CONAMA. (2008). *Catastro de Instalaciones Final de Residuos Sólidos Domiciliarios.*

CONAMA. (2000). *Catastro de Sitios de Instalaciones de Disposición Final de RSD, años 1996 y 2000.*

ECOAMERICA. (2012). *Segundo Catastro de Sitios de Disposición Final, Gestión y Tratamiento de Residuos Sólidos, Domiciliarios e Industriales.*

Fundación Chile. (2010). *Consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos: Estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos.*

INE. (s.f.). *Censos de Población Históricas.* Recuperado el 2013, de http://www.ine.cl/canales/usuarios/censos_digitalizados.php

Ministerio de Salud, Depto. de Nutrición y Alimentos. (2007). *Disponibilidad de proteínas en Chile 1990 – 2007.*

Ministerio del Medio Ambiente. (2014). *Ajuste del Catastro de Residuos Sólidos Municipales, Serie Temporal 1990-2012.*

Ministerio del Medio Ambiente. (2012). *Catastro de incineración de residuos hospitalarios, cadáveres y restos humanos.*

Ministerio del Medio Ambiente. (2012). *Diagnósticos regionales sitios de disposición final de residuos.*

Ministerio del Medio Ambiente. (2011). *Informe del Estado del Medio Ambiente.*

OCDE. (2012). *Reporte de generación y recolección de residuos municipales 2011 y 2012.*

PUCV. (2012). *Grupo de Residuos Sólidos: Levantamiento y análisis de la generación y manejo de residuos orgánicos en comunas de Chile y la presentación de propuestas para su valorización.*

SISS. (2013). *Catastro Biogás recuperado y quemado por plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional año 2012.*

SISS. (2013). *Catastro lodos generado por plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional años 2010 y 2011.*

SISS. (2013). *Catastro plantas de tratamiento de RILes a nivel nacional, años 2006-2010.*

SISS. (s.f.). *Coberturas del sector sanitario 1990-2011.* Recuperado el 2013, de <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3445.html>

SISS. (s.f.). *Informes de gestión del sector sanitario 1996-2011*. Recuperado el 2013, de <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3443.html>

SUBDERE. (2013). *Programa saneamiento sanitario, déficit saneamiento sanitario nacional*.

Tchobanoglous, G., L., B. F., & David, S. H. (2003). *Wastewater engineering: treatment and reuse*. Boston, Estados Unidos: Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill, Boston, United States.

ANEXOS

Anexo 1. Homologación de categorías

El equipo nacional de INGEI decidió implementar, desde el inicio del proceso de actualización permanente, las GL2006 y el software del IPCC. Las GL2006 dividen los inventarios en cuatro sectores:

- Energía,
- Procesos industriales y uso de productos (IPPU),
- Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU), y
- Residuos.

Sin embargo, las GL-UNFCCC-IBA y GL-UNFCCC-CN sugieren que los países elaboren y reporten sus inventarios siguiendo las GL1996, GPG2000, y GPG-LULUCF del IPCC, las cuales dividen los inventarios en seis sectores principales:

- Energía,
- Procesos industriales (PI),
- Utilización de disolventes y otros productos (UDOP),
- Agricultura,
- Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS), y
- Residuos.

Por lo tanto, para el reporte del INGEI bajo las GL1996, GPG2000 y GPG-LULUCF, las categorías y sus emisiones debieron ser homologadas desde las GL2006, es decir, asociadas a las categorías establecidas por las GL1996 y GPGs.

Para el proceso de homologación fue necesario llevar el INGEI en su versión GL2006 (en adelante INGEI-INICIAL) a un nivel máximo de desglose. Esto significó que los sectores se trabajaron a nivel de categoría (p.e. 3B), subcategoría (p.e. 3B1), componente (p.e. 3B1a), subcomponente (p.e. 3B1ai), tipo (p.e. 3B1ai Forest tree plantations) y especie (p.e. 3B1ai Forest tree plantations, *Pinus radiata*), para algunos casos. Luego de esto, cada actividad de emisiones o absorciones por tipo de GEI fue comparada con las actividad definidas en las GL1996, GPG2000 y GPG-LULUCF (en adelante INGEI-FINAL), para ser asignadas a la categoría (p.e. 5A), subcategoría (p.e. 5A1), componente (p.e. 5A1a), subcomponente (p.e. 5A1a Plantaciones de árboles de bosque), o especie (p.e. 5A1a Plantaciones de árboles de bosque, *Pinus radiata*), correspondiente. El esquema general es presentado en la Figura siguiente:

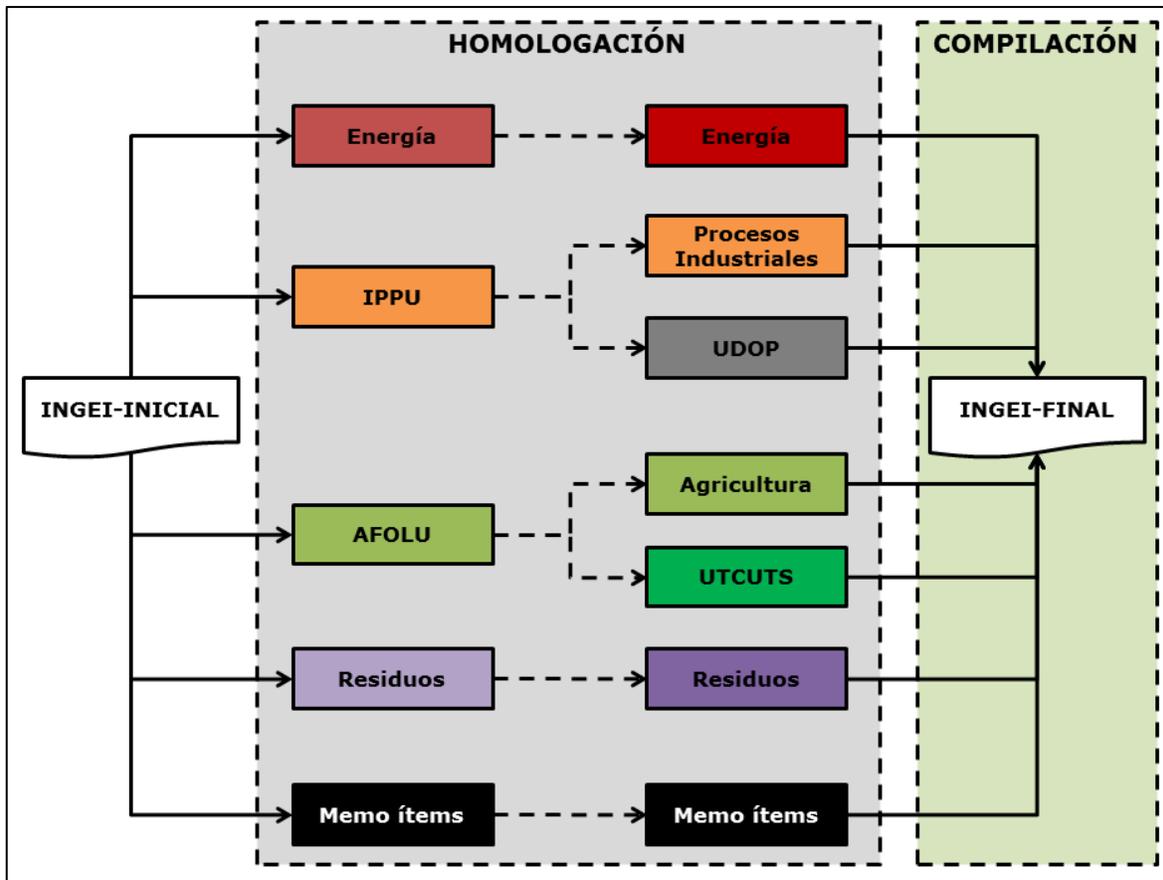


Figura 1A. Proceso general para la homologación de las categorías

Lo anterior significó que en algunos casos las emisiones o absorciones debieron ser asignadas a la categoría, subcategoría o componente Otros del nivel superior correspondiente, para aquellas emisiones o absorciones no definidas o consideradas en las GL1996, GPG2000 y GPG-LULUCF. También significó que algunas actividades de la versión INGEI-FINAL no tuvieran emisiones o absorciones asignadas al no ser consideradas en la versión INGEI-INICIAL (como ocurre con algunas subcategorías del sector Procesos industriales).

Finalmente el INGEI-FINAL pasó por un proceso de compilación, en donde el balance de GEI es comparado con el balance del INGEI-INICIAL, para cada año. De esta manera el proceso de homologación asegura que no se deje afuera ninguna emisión o absorción de GEI, de modo de que ambos inventarios sean equivalentes.

Para mayor detalle, ver anexo digital: *Anexo1_Homologación*

Anexo 2. Métodos aplicados, datos de actividad y parámetros

A. Métodos

Las emisiones de GEI fueron estimadas en base a las GL2006, a pesar de ser presentadas de acuerdo a las GL1996, GPG2000 y GPG-LULUCF. A continuación se presenta en detalle los métodos aplicados para cada categoría, subcategoría y componente, así como las características del factor de emisión respectivo.

Para mayor detalle, ver anexo digital: *Anexo2a_Métodos*

Cuadro 2A. Detalle de los métodos y niveles en el INGEI de Chile, año 2010

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFCs		PFCs		SF ₆	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. Energía	T1	D	T1	D	T1	D						
A. Quema de combustible	T1	D	T1	D	T1	D						
1. Industria de la energía	T1	D	T1	D	T1	D						
a. Producción de electricidad y calor	T1	D	T1	D	T1	D						
b. Refinación del petróleo	T1	D	T1	D	T1	D						
c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	T1	D	T1	D	T1	D						
2. Industrias manufactureras y construcción	T1	D	T1	D	T1	D						
a. Hierro y acero	T1	D	T1	D	T1	D						
b. Metales no ferrosos	NE	D	NE	D	NE	D						
c. Sustancias químicas	T1	D	T1	D	T1	D						
d. Pulpa, papel e imprenta	T1	D	T1	D	T1	D						
e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	T1	D	T1	D	T1	D						
f. Otros	T1	D	T1	D	T1	D						
Minerales no metálicos	T1	D	T1	D	T1	D						
Minería (con excepción de combustibles) y cantería	T1	D	T1	D	T1	D						
Industria no especificada	T1	D	T1	D	T1	D						
3. Transporte	T1	D	T1	D	T1	D						
a. Aviación nacional	T1	D	T1	D	T1	D						
b. Por carretera	T1	D	T1	D	T1	D						
c. Ferrocarriles	T1	D	T1	D	T1	D						
d. Navegación nacional	T1	D	T1	D	T1	D						
e. Otro transporte	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
4. Otros sectores	T1	D	T1	D	T1	D						
a. Comercial/Institucional	T1	D	T1	D	T1	D						
b. Residencial	T1	D	T1	D	T1	D						
c. Agricultura/silvicultura/Pesca	T1	D	T1	D	T1	D						
5. Otros	NO, C	D	NO, C	D	NO, C	D						
a. Estacionario	NO	D	NO	D	NO	D						
b. Móvil	NO, C	D	NO, C	D	NO, C	D						
B. Emisiones fugitivas de combustible	T1	D	T1	D								
1. Combustible sólido			T1	D								
a. Extracción y manipulación de carbón			T1	D								
b. Transformación de combustible sólido			NO	NO								
c. Otro												

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFCs		PFCs		SF ₆	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2. Petróleo y gas natural	T1	D	T1	D								
a. Petróleo	T1	D	T1	D								
b. Gas natural	T1	D	T1	D								
c. Venteo y quema en antorcha	T1	D	T1	D								
d. Otro	NA	NA	NA	NA								
2. Procesos industriales	T1,T2	D	T1	D	T1	D	T1	D	T1	D	NE, NO	NE, NO
A. Productos minerales	T1,T2	D										
1. Producción de cemento	T1	D										
2. Producción de cal	T2	D										
3. Utilización de piedra caliza y de dolomita	NE	D										
4. Producción y utilización de carbonato sódico	NE	D										
5. Producción de material asfáltico para techos	NE	D										
6. Pavimentación asfáltica	NE	D										
7. Otros	T1	D										
Producción de vidrio	T1	D										
B. Industria química	T1	D	T1	D	T1	D						
1. Producción de amoníaco	NO	NO										
2. Producción de ácido nítrico					T1	D						
3. Producción de ácido adípico					NO	NO						
4. Producción de carburo	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
5. Otros	T1	D	T1	D								
Metanol	T1	D	T1	D								
Etileno	T1	D	T1	D								
C. Producción de metales	T1	D	NO	D					NO	NO	NO	NO
1. Hierro y acero	T1	D	NO, IE	NO, IE								
2. Ferroaleaciones	T1	D	NO	D								
3. Aluminio	NO	NO							NO	NO		
4. SF ₆ Utilizado en las fundiciones de aluminio y magnesio	NO	NO									NO	NO
5. Otros	T1	D										
Producción de plomo	T1	D										
Producción de cinc	T1	D										
D. Otras producción	NE	NE					NE	NE	NE	NE	NE	NE
1. Industrias del papel y de la pulpa de papel	NE	NE					NE	NE	NE	NE	NE	NE
2. Alimentos y bebidas	NE	NE					NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre							NE	NE	NE	NE	NE	NE
1. Emisiones secundarias de HFC y PFC							NE	NE	NE	NE	NE	NE
2. Emisiones fugitivas							NE	NE	NE	NE	NE	NE
3. Otro							NA	NA	NA	NA	NA	NA
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre							T1	D	T1	D	NE, NO	NE, NO
1. Refrigeración y aire acondicionado							T1	D				
2. Productos de espuma							NO	NO	NO	NO		
3. Extintores de incendios							T1	D	T1	D		
4. Aerosoles							T1	D				
5. Disolventes							NE	NE	NE	NE	NE	NE
6. Otras aplicaciones							NO	NO	NO	NO	NO	NO
7. Manufactura de semiconductores							NO	NO	NO	NO	NO	NO
8. Equipos eléctricos							NO	NO	NO	NO	NO	NO
9. Otros							NA	NA	NA	NA	NA	NA
G. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Utilización de disolventes y otros productos	T1	D				NO						
A. Aplicaciones de pintura	NE	NE										
B. Desengrase y limpieza en seco	NE	NE										
C. Productos químicas, fabricación y procesamiento	T1	D										

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFCs		PFCs		SF ₆	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
D. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
4. Agricultura			T1b, T2	D, CS	T1b	D						
A. Fermentación entérica			T1b, T2	D, CS								
1. Ganado			T2	CS								
2. Búfalos			NO	NO								
3. Ovejas			T1b	D								
4. Cabras			T1b	D								
5. Camellos y Llamas			T1b	D								
6. Caballos			T1b	D								
7. Mulass y asnos			T1b	D								
8. Cerdos			T1b	D								
9. Aves de corral			NE	D								
10. Otro			NE	D								
B. Manejo del estiércol			T1b, T2	D, CS	T1b	D						
1. Ganado			T2	CS								
2. Búfalos			NO	NO								
3. Ovejas			T1b	D								
4. Cabras			T1b	D								
5. Camellos y Llamas			T1b	D								
6. Caballos			T1b	D								
7. Mulass y asnos			T1b	D								
8. Cerdos			T2	CS								
9. Aves de corral			T1b	D								
10. Otros			NE	NE								
11. Lagunas anaeróbicas					T1b	D						
12. Sistemas de tipo líquido					NO	D						
13. Almacenamiento sólido y parcelas secas					T1b	D						
14. Otros SME					T1b	D						
C. Cultivo del arroz			T1b	D								
1. De regadío			T1b	D								
2. De secano			NO	D								
3. Aguas profundas			NO	D								
4. Otros			NO	D								
D. Suelos agrícolas					T1b	D						
1. Emisiones directas de suelos agrícolas					T1b	D						
2. Estiércol de pastos, prados y praderas					T1b	D						
3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas					T1b	D						
4. Otros					NO	NO						
E. Quema prescrita de sabanas	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			T1a,b	D	T1a,b	D						
G. Otros			NA	NA	NA	NA						
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS						
A. Tierras forestales	T2	CS	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS						
1. Tierras forestales que permanecen como tales	T2	CS	T1b, T2	D, CS	T1b, T2	D, CS						
2. Tierra convertida a tierras forestales	T2	CS										
B. Tierras de cultivo	T1b, T2	D, CS										
1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	T2	CS										
2. Tierra convertida a tierras de cultivo	T1b, T2	D, CS										
C. Pastizales	T1b, T2	D, CS	T1a,b	D	T1a,b	D						
1. Pastizales que permanecen como tales			T1a,b	D	T1a,b	D						
2. Tierra convertida a pastizal	T1b, T2	D, CS										
D. Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE						
1. Humedales que permanecen como tales	NE	NE	NE	NE	NE	NE						

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO ₂		CH ₄		N ₂ O		HFCs		PFCs		SF ₆	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2. Tierra convertida a humedal	NE	NE	NE	NE	NE	NE						
E. Asentamientos	T1b, T2	D, CS										
1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE										
2. Tierra convertida a asentamiento	T1b, T2	D, CS										
F. Otras tierras	T1b, T2	D, CS										
1. Otras tierras que permanecen como tales	NE	NE										
2. Tierras convertidas a otras tierras	T1b, T2	D, CS										
G. Otros	NE	D	NE	D	NE	D						
Productos de madera recolectada	NE	D	NE	D	NE	D						
6. Residuos	T1	D	T1	D	T1	D						
A. Disposición de residuos sólidos			T1	D								
1. Sitios de disposición de residuos gestionados			T1	D								
2. Sitios de disposición de residuos no gestionados			T1	D								
3. Otros			T1	D								
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D						
1. Aguas residuales industriales			T1	D								
2. Aguas residuales domésticas y comerciales			T1	D	T1	D						
3. Otros			NE	D	NE	D						
C. Incineración de residuos	T1	D			T1	D						
D. Otros			T1	D	T1	D						
Tratamiento biológico de residuos sólidos			T1	D	T1	D						
Partidas informativas												
Búnker internacional	T1	D	T1	D	T1	D						
Aviación internacional	T1	D	T1	D	T1	D						
Navegación internacional	T1	D	T1	D	T1	D						
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	T1	D										

T1 = Método Nivel 1; T1a = Desagregación por componente operacional (cultivos, especies, etc.); T1b = Desagregado por regiones administrativas; T2 = Método Nivel 2; D = Defecto; CS = País específico; NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

B. Datos de actividad y parámetros

A continuación se presentan los principales datos de actividad utilizados por cada sector.

Para mayor detalle, ver anexo digital: *Anexo2b_Datos de actividad*

Sector Energía

Sector Energía: densidades y poderes caloríficos utilizados en el BNE

Producto	Densidad	Poder Calorífico Superior
	Ton/m ³	KCal/Kg
Petróleo Crudo Nacional	0,825	10.963
Petróleo Crudo Importado	0,855	10.860
Petróleo Combustible 5	0,927	10.500
Petróleo Combustible IFO 180	0,936	10.500
Petróleo Combustible 6	0,945	10.500
Nafta	0,700	11.500
Gas Licuado	0,550	12.100
Gasolina Automóviles	0,730	11.200
Gasolina Avión	0,700	11.400
Kerosene Aviación	0,810	11.100
Kerosene	0,810	11.100
Diésel	0,840	10.900
Gas Natural Procesado	-	9.341
Leña	-	3.500
Carbón	-	7.000
Coque	-	7.000
Biogás	-	5.600
Gas de Refinería	-	4.260
Electricidad	-	860

(*)

(**)

(**)

(**)

(***)(1)

Notas: (*) Promedio Isla, Continente y Costa Afuera; (**) KCal/m³; (1) Equivalente Calórico práctico para Chile 2.750 KCal/KWh hasta 1997 y 2.504 KCal/KWh desde 1998.

Fuente: BNE, Ministerio de Energía.

Sector Energía: consumo de combustibles (TJ) por tipo de combustible, serie 1990-2010

Año/Tipo	Diésel	Leña	Carbón	Gas natural	Gasolina	Petróleo combustible	Gas Licuado	Kerosene Aviación	Otros
1990	98.446,1	107.152,8	89.906,5	24.785,1	61.217,1	60.620,5	25.815,3	12.294,3	28.630,7
1991	100.186,9	118.198,2	64.160,4	23.322,3	63.345,0	61.362,3	27.603,0	12.123,1	36.931,1
1992	108.949,1	131.224,4	56.320,8	25.824,4	69.832,3	62.205,5	30.655,9	14.161,5	38.011,7
1993	115.086,8	121.244,9	55.441,8	24.925,4	73.674,5	74.778,2	33.524,1	16.092,6	41.264,5
1994	126.348,3	127.398,0	68.977,1	25.340,9	82.739,1	79.378,2	34.331,1	15.413,1	42.211,3
1995	138.716,4	136.434,8	74.505,8	24.995,4	89.484,9	88.142,5	37.729,4	17.844,9	45.077,8
1996	152.204,5	146.271,1	110.676,8	24.574,1	95.817,0	87.166,0	40.869,2	19.203,8	50.845,0
1997	172.580,9	145.616,9	151.088,6	40.480,9	99.643,3	89.123,4	42.656,9	24.282,0	48.937,3
1998	169.773,1	156.306,2	140.428,2	67.990,8	103.680,5	81.611,5	46.181,9	28.358,8	53.976,9
1999	185.139,1	161.986,0	145.511,4	87.742,1	105.768,6	72.721,9	47.294,3	26.427,6	57.534,6
2000	174.088,6	169.217,1	107.896,6	127.209,6	106.035,1	74.161,7	47.417,7	23.888,6	47.287,0
2001	177.264,4	168.890,9	80.392,4	159.173,4	96.986,4	63.054,7	45.384,6	26.999,8	47.672,2
2002	183.214,2	171.575,7	82.432,9	157.268,4	96.409,7	61.755,7	44.184,6	27.035,6	56.494,9
2003	183.182,4	162.097,4	76.586,0	182.358,3	93.633,4	66.342,0	44.678,5	23.137,6	57.156,3
2004	196.857,4	171.473,6	91.697,4	205.045,3	94.063,7	67.974,6	46.293,7	25.392,5	63.823,3
2005	216.223,5	182.913,6	89.546,5	202.190,1	93.837,8	79.699,4	44.760,6	27.228,3	66.299,3
2006	224.150,7	188.137,9	116.900,6	166.373,1	92.619,0	89.061,7	44.822,7	29.005,9	66.033,9
2007	342.118,3	198.240,8	142.652,4	97.670,3	98.630,7	113.142,9	56.245,7	32.412,6	60.752,0

Año/Tipo	Diésel	Leña	Carbón	Gas natural	Gasolina	Petróleo combustible	Gas Licuado	Kerosene Aviación	Otros
2008	357.125,7	203.525,0	154.465,4	58.529,3	102.347,2	115.570,0	56.829,6	37.789,8	64.893,6
2009	328.820,1	203.964,1	141.962,2	80.175,0	111.048,7	87.697,9	58.654,9	30.834,1	70.682,7
2010	298.574,3	194.220,1	165.536,1	127.843,2	122.720,6	72.985,0	57.303,1	29.288,2	52.559,4

Fuente: BNE, Ministerio de Energía.

1A1a. Producción de electricidad y calor como actividad principal: consumo de combustible por tipo (TJ), serie 1990-2010

Año/Tipo	Kerosene Aviación	Kerosene	Diésel	Petróleo Combustible	Gas Licuado	Nafta	Gas Refinería	Carbón	Coque	Gas Corriente	Gas Alto Horno	Gas Natural	Leña
1990	-	-	7.911,2	12.556,8	3,8	-	-	69.076,6	-	37,7	41,5	2.618,8	3.707,0
1991	-	-	3.945,6	11.745,4	3,8	-	-	46.059,0	1.340,2	37,7	-	1.058,8	3.977,5
1992	-	-	1.829,6	10.814,7	3,8	-	-	31.672,5	-	37,7	-	2.897,7	6.714,0
1993	-	-	1.905,2	12.978,5	-	-	-	33.482,3	-	41,5	-	2.965,5	7.179,3
1994	-	-	2.135,9	15.615,5	3,8	-	-	51.472,3	-	37,7	-	3.093,6	7.839,6
1995	-	-	2.843,9	19.087,8	-	-	-	58.249,9	-	30,1	-	3.108,7	9.506,1
1996	-	-	3.408,7	22.826,6	7,5	-	-	89.373,5	1.344,4	-	-	3.161,5	12.688,1
1997	-	-	8.346,4	17.314,2	6,8	-	-	109.797,5	1.340,2	-	-	6.920,1	13.035,2
1998	-	-	7.779,9	16.331,5	7,5	-	-	115.887,3	1.841,6	22,6	-	33.837,7	17.035,5
1999	-	-	22.126,6	15.142,2	-	-	-	120.835,2	7.087,8	11,3	-	47.768,5	15.468,3
2000	-	-	6.145,2	6.642,4	-	-	-	87.205,8	5.739,5	-	-	69.201,5	13.169,4
2001	-	-	2.808,1	4.991,7	-	-	103,4	53.154,8	5.453,1	-	-	93.675,5	19.481,6
2002	-	-	2.414,3	3.480,3	22,6	-	83,5	61.077,9	9.744,8	-	-	83.154,9	17.397,4
2003	-	-	1.964,9	3.186,0	11,3	-	596,6	58.309,6	14.660,9	-	-	107.206,8	17.115,0
2004	-	0,4	3.747,6	3.627,1	5,6	1,1	344,2	70.804,4	22.229,9	-	-	121.547,0	17.959,8
2005	-	-	9.840,2	4.964,0	2,1	1,2	836,3	71.831,1	21.579,9	-	-	113.530,1	22.711,2
2006	2,7	-	5.302,6	4.270,6	4,3	-	721,2	99.061,2	18.523,9	-	-	84.966,4	20.048,3
2007	-	-	100.485,1	11.679,4	3,0	-	520,9	125.240,4	18.676,2	-	-	38.477,0	20.660,4
2008	-	-	104.218,4	12.308,7	144,8	0,1	682,0	138.583,7	19.185,0	-	-	19.871,8	21.447,0
2009	-	-	79.922,9	10.220,5	491,1	0,1	749,9	133.269,8	20.016,1	-	-	32.375,7	23.388,2
2010	-	-	53.336,9	10.308,0	-	-	338,9	155.586,9	9.713,8	-	-	73.790,2	19.996,9

Fuente: BNE, Ministerio de Energía.

1A2f. Otras industrias (Minería y cantería): consumo de combustible por tipo (TJ), serie 1990-2010

Año/Tipo	Kerosene Aviación	Kerosene	Diésel	Petróleo Combustible	Gas Licuado	Nafta	Carbón	Coque	Gas Corriente	Gas Natural	Leña
1990	-	795,5	8.531,7	19.064,0	64,1	-	3.842,2	111,4	-	-	15,9
1991	-	815,4	8.603,2	17.302,0	64,1	-	3.874,1	115,4	-	-	11,9
1992	-	735,8	8.440,2	16.944,0	90,4	-	3.496,2	99,4	-	-	95,5
1993	-	712,0	8.304,9	15.663,2	98,0	-	4.057,0	103,4	-	-	99,4
1994	-	620,5	10.313,6	15.010,9	79,1	-	3.030,8	87,5	-	-	23,9
1995	-	497,2	10.731,2	13.396,1	94,2	-	2.167,7	83,5	-	-	23,9
1996	-	485,3	12.385,8	14.430,2	67,8	-	2.983,1	39,8	-	-	27,8
1997	-	1.046,1	27.671,2	19.290,7	171,1	159,1	4.182,7	43,8	-	-	9,6
1998	-	783,6	30.021,9	15.718,9	113,1	135,2	2.597,3	330,1	-	199,7	83,5
1999	-	990,4	30.403,7	14.764,3	324,1	163,1	2.239,3	123,3	-	1.616,5	83,5
2000	-	600,6	32.830,0	17.115,0	569,0	198,9	2.394,4	234,7	-	2.027,3	15,9
2001	-	632,4	35.904,5	12.115,3	293,9	222,7	2.434,2	186,9	-	3.640,0	8,0
2002	-	385,8	37.837,6	11.176,7	520,0	226,7	2.708,6	314,2	-	5.810,4	8,0

Año/Tipo	Kerosene Aviación	Kerosene	Diésel	Petróleo Combustible	Gas Licuado	Nafta	Carbón	Coque	Gas Corriente	Gas Natural	Leña
2003	-	600,6	32.822,0	7.768,0	437,1	131,3	2.760,4	576,7	-	7.374,2	8,0
2004	-	451,4	35.018,6	6.544,4	297,7	74,6	2.855,5	334,3	0,0	8.851,0	-
2005	0,0	889,7	39.158,0	5.959,9	210,3	54,7	2.461,9	304,9	0,0	9.544,1	-
2006	-	608,1	44.543,8	6.506,1	200,5	4,5	4.242,2	154,4	-	6.264,0	-
2007	-	543,4	50.722,8	8.866,4	267,2	22,7	2.254,0	425,8	0,0	2.475,0	-
2008	-	546,6	51.435,4	8.925,2	329,1	69,6	2.331,6	556,4	-	1.067,0	-
2009	-	551,9	57.807,0	8.853,8	292,0	-	1.412,1	339,5	-	2.583,6	-
2010	-	1.509,6	63.097,5	10.357,2	913,4	-	2.285,8	409,0	-	3.641,7	-

Fuente: BNE, Ministerio de Energía.

1A3b. Transporte terrestre: consumo de combustible por tipo (TJ), serie 1990-2010

Año/Tipo	Gasolina	Gasolina aviación	Kerosene Aviación	Kerosene	Diésel	Petróleo Combustible	Gas Licuado	Nafta	Gas Natural
1990	61.217,1	-	-	-	44.830,0	-	-	-	233,6
1991	63.345,0	-	-	-	47.475,0	-	-	-	286,4
1992	69.832,3	-	-	-	50.808,1	-	-	-	169,6
1993	73.674,5	-	-	-	59.685,8	-	-	-	222,3
1994	82.739,1	-	-	-	67.736,1	-	-	-	260,0
1995	89.484,9	-	-	-	75.098,4	-	-	-	260,0
1996	95.817,0	-	-	-	82.082,8	-	-	-	256,2
1997	99.643,3	-	-	-	86.668,9	-	-	-	218,6
1998	103.680,5	-	-	-	92.300,9	-	-	-	229,9
1999	105.768,6	-	-	-	99.364,9	-	-	-	237,4
2000	106.035,1	-	-	-	105.136,2	-	-	-	327,8
2001	96.986,4	-	-	-	101.146,8	-	-	-	418,3
2002	96.409,7	-	-	-	109.109,7	-	-	-	953,3
2003	93.633,4	-	-	-	111.555,8	-	-	-	968,4
2004	93.816,0	0,7	1,8	170,7	110.696,4	6,1	72,0	-	1.107,2
2005	93.622,5	0,8	4,6	594,0	125.869,1	10,8	21,9	0,2	1.290,2
2006	92.397,2	0,6	6,2	52,1	125.883,4	3,5	104,9	0,6	1.347,2
2007	98.621,2	0,7	6,3	82,5	134.359,3	2,6	163,4	0,2	953,2
2008	102.148,8	1,9	6,7	50,8	139.236,2	7,6	135,3	9,8	541,2
2009	110.889,6	-	-	-	139.871,9	-	-	-	841,4
2010	122.636,3	0,8	-	20,0	138.539,7	3.217,4	298,4	-	742,7

Fuente: BNE, Ministerio de Energía.

1A4b. Residencial: consumo de combustible por tipo (TJ), serie 1990-2010

Año/Tipo	Kerosene	Diésel	Petróleo Combustible	Gas Licuado	Metanol	Carbón	Gas Corriente	Gas Natural	Leña
1990	4.911,0	5.352,4	530,5	20.114,3	-	640,0	1.779,9	5.420,9	64.735,5
1991	6.109,4	5.230,4	254,6	21.591,3	-	99,4	1.835,1	5.697,4	67.974,8
1992	8.022,5	6.546,9	377,9	23.882,3	-	488,2	2.019,7	5.916,0	70.707,3
1993	8.420,3	7.390,1	163,1	25.272,8	-	222,7	2.080,0	6.044,1	74.235,3
1994	8.754,4	7.891,3	533,0	26.452,2	-	326,2	2.162,9	6.096,8	78.698,0
1995	8.022,5	867,1	6.964,5	28.517,1	6.345,5	254,6	2.215,7	-	83.395,4
1996	6.531,0	2.931,4	871,1	30.936,3	-	282,4	2.313,6	6.511,3	88.383,1
1997	8.006,9	3.055,1	77,3	32.041,8	-	-	1.938,5	6.680,2	107.858,6

Año/Tipo	Kerosene	Diésel	Petróleo Combustible	Gas Licuado	Metanol	Carbón	Gas Corriente	Gas Natural	Leña
1998	6.892,9	994,4	51,7	32.371,9	-	-	2.106,4	6.454,8	107.840,9
1999	8.396,4	855,2	63,6	34.629,0	-	-	1.235,9	7.822,6	110.008,6
2000	6.829,3	791,5	55,7	36.562,1	-	-	1.021,2	10.147,6	111.082,5
2001	5.783,2	739,8	55,7	37.002,9	-	-	960,9	13.267,6	113.305,9
2002	5.636,1	1.893,3	43,8	32.925,8	-	-	738,6	12.747,6	113.874,7
2003	3.766,7	449,5	4,0	30.476,6	-	-	712,2	12.687,3	114.443,5
2004	3.188,7	450,7	3,8	34.548,7	-	5,0	418,7	12.957,5	115.037,8
2005	2.474,4	451,3	6,1	32.488,5	-	26,9	403,5	14.459,6	115.614,4
2006	1.999,1	598,1	-	33.326,5	-	1,1	517,3	14.564,2	116.191,0
2007	2.758,2	582,7	-	34.967,4	-	0,4	559,1	16.211,7	116.772,0
2008	2.270,9	209,0	-	33.783,7	-	0,6	442,4	14.899,7	117.355,8
2009	3.344,5	252,8	-	35.143,0	-	0,4	425,1	15.446,4	117.942,6
2010	4.640,7	128,7	6,4	35.494,4	-	-	264,5	16.394,5	118.532,3

Fuente: BNE, Ministerio de Energía.

Sector Procesos industriales y Utilización de disolventes y otros productos

2A1. Producción de Cemento

Año	Producción de cemento (ton) (1)	Importaciones de Clinker (ton) (2)	Exportaciones de Clinker (ton) (2)
1990	2.017.082,0	21,0	-
1991	2.161.157,5	-	-
1992	2.621.486,0	59.612,0	-
1993	3.020.173,0	219.594,9	-
1994	2.995.353,0	92.067,8	-
1995	3.274.389,0	103.185,3	-
1996	3.634.035,0	533.246,4	-
1997	3.736.078,0	681.113,6	-
1998	3.847.622,0	369.768,6	-
1999	3.036.227,0	40.100,0	-
2000	3.376.570,7	291.935,7	-
2001	3.512.648,4	276.680,0	0,1
2002	3.461.682,0	265.429,2	-
2003	3.622.411,2	150.042,6	2,6
2004	3.797.603,1	247.095,2	1,1
2005	3.999.122,0	403.231,2	-
2006	4.111.533,2	362.677,7	8.124,2
2007	4.439.966,7	437.809,4	28.168,4
2008	4.622.328,7	632.233,6	3.002,0
2009	3.876.297,4	527.558,9	-
2010	3.871.103,0	617.201,8	5.760,0

Fuente: INACESA, SOPROCAL, CMPC Y ARAUCO.

2A2 Producción de cal

Año/Región	II Región (ton)	III Región (ton)	RM (ton)	VII Región (ton)	VIII Región (ton)	XIV Región (ton)	IX Región (ton)
1990	80.590,0	-	79.611,0	74.327,4	110.886,2	-	-
1991	65.490,0	-	88.520,0	91.545,4	138.891,5	-	-
1992	50.233,0	-	92.660,0	69.083,4	222.385,3	-	53.521,0
1993	28.372,0	-	102.171,0	68.749,1	239.579,1	-	77.563,0
1994	47.202,0	-	98.088,0	66.742,8	253.611,9	-	92.421,0
1995	63.324,0	-	115.704,0	69.793,0	268.780,8	-	92.338,0
1996	81.795,0	-	107.638,0	70.961,7	269.634,9	-	95.295,0
1997	55.134,0	-	126.697,0	67.876,9	257.023,2	-	97.162,0
1998	49.692,0	-	135.709,0	83.038,5	274.047,5	-	100.662,0
1999	144.966,0	-	103.307,0	79.162,2	289.254,9	-	100.674,0
2000	137.064,0	-	93.043,0	83.490,2	308.873,5	-	102.451,0
2001	154.155,0	-	94.487,0	88.171,1	298.938,6	-	109.166,0
2002	118.547,0	92.410,0	85.573,0	90.153,3	306.550,9	-	106.100,0
2003	169.092,0	105.697,0	72.708,0	87.742,6	319.134,5	-	126.395,0
2004	252.612,0	112.468,0	63.836,0	89.666,7	324.265,9	120.983,2	134.101,0
2005	297.281,0	109.512,0	98.864,0	121.554,9	312.264,3	92.256,2	136.539,0
2006	310.779,0	137.572,0	54.838,0	117.205,0	314.840,7	110.699,0	130.210,0
2007	347.510,0	134.511,0	82.184,0	97.386,6	687.797,0	113.548,1	137.688,0
2008	338.163,0	129.006,0	70.186,0	110.903,3	743.501,1	127.849,3	130.355,0
2009	328.938,0	109.739,0	64.377,0	112.584,8	742.997,4	127.061,0	125.646,0
2010	338.591,0	158.001,0	62.326,0	90.150,4	565.646,5	104.937,3	130.888,0

Fuente: INACESA, SOPROCAL, CMPC Y ARAUCO.

2B5 Otros, Metanol

Año	Producción metanol (ton)
1990	854.000,0
1991	693.000,0
1992	840.000,0
1993	807.000,0
1994	874.000,0
1995	841.000,0
1996	853.000,0
1997	1.635.000,0
1998	1.700.000,0
1999	2.309.000,0
2000	2.912.000,0
2001	2.784.000,0
2002	2.932.000,0
2003	2.703.000,0
2004	2.692.000,0
2005	3.029.000,0

Año	Producción metanol (ton)
2006	3.182.000,0
2007	1.841.000,0
2008	1.088.000,0
2009	942.000,0
2010	935.000,0

Fuente: BNE.

2C1 Hierro y acero

Año	Acero BOF (ton)	Acero EAF (ton)
1990	735.802,0	-
1991	763.466,0	-
1992	972.582,0	22.249,0
1993	1.022.434,0	41.243,0
1994	997.306,0	58.250,0
1995	950.138,0	73.269,0
1996	1.104.541,0	106.583,0
1997	1.087.436,0	126.780,0
1998	1.090.109,0	149.810,0
1999	1.149.575,0	182.851,0
2000	1.135.508,0	206.132,0
2001	1.001.359,0	205.172,0
2002	1.013.149,0	232.211,0
2003	1.077.027,0	274.104,0
2004	1.208.424,0	339.409,0
2005	1.152.869,0	355.509,0
2006	1.184.517,0	334.095,0
2007	1.219.445,0	447.622,0
2008	1.158.164,0	496.356,0
2009	967.927,0	417.454,0
2010	617.606,0	308.803,0

Fuente: Elaboración en base a información entregada por Empresa CAP.

Sector Agricultura

Población animal por especie (miles de cabezas)

Año	Vacas lecheras	Otros vacunos	Porcinos	Ovinos	Caprinos	Equinos	Mulas y asnos	Llamas y Alpacas	Aves de corral
1990	590,4	2.813,5	1.455,5	4.323,6	856,6	408,0	18,2	117,0	20.178,0
1991	601,0	2.859,6	1.492,8	4.233,8	838,1	406,6	18,4	118,3	23.694,3
1992	618,6	2.938,9	1.530,2	4.144,0	819,7	405,2	18,6	119,6	26.502,7
1993	642,7	3.049,0	1.567,5	4.054,2	801,2	403,8	18,8	120,9	28.202,1
1994	664,8	3.149,4	1.604,8	3.964,4	782,7	402,5	19,0	122,2	29.947,5
1995	673,3	3.185,0	1.642,2	3.874,6	764,3	401,1	19,1	123,5	29.799,8
1996	683,8	3.229,8	1.722,4	3.710,5	738,2	398,7	17,1	124,6	29.020,2
1997	716,7	3.380,6	1.716,9	3.695,1	727,3	398,3	19,5	126,1	41.694,1
1998	731,0	3.429,0	1.838,6	3.714,5	725,2	389,0	20,0	121,4	34.861,7

Año	Vacas lecheras	Otros vacunos	Porcinos	Ovinos	Caprinos	Equinos	Mulas y asnos	Llamas y Alpacas	Aves de corral
1999	729,8	3.404,2	1.960,4	3.733,9	723,0	379,7	20,4	116,7	35.902,9
2000	721,5	3.346,5	2.082,1	3.753,3	720,9	370,4	20,8	112,0	41.881,1
2001	709,3	3.270,7	2.203,9	3.772,8	718,7	361,1	21,3	107,2	39.822,3
2002	703,2	3.223,8	2.325,6	3.792,2	716,6	351,7	21,7	102,5	35.090,5
2003	707,6	3.224,4	2.447,4	3.811,6	714,4	342,4	22,2	97,8	38.664,7
2004	721,4	3.267,6	2.569,1	3.831,0	712,3	333,1	22,6	93,1	42.496,9
2005	724,3	3.260,7	2.690,9	3.850,5	710,1	323,8	23,1	88,4	46.658,2
2006	712,5	3.187,5	2.812,7	3.869,9	708,0	314,5	23,5	83,7	47.313,4
2007	683,2	3.036,6	2.934,4	3.889,3	705,8	305,2	24,0	78,9	52.153,2
2008	697,9	3.102,1	3.056,2	3.908,7	703,6	295,9	24,4	74,2	53.199,1
2009	707,1	3.142,9	3.177,9	3.928,2	701,5	286,5	24,9	69,5	54.245,0
2010	703,4	3.126,6	3.299,7	3.947,6	699,3	277,2	25,3	64,8	55.290,9

Fuente: ODEPA y FAOSTAT.

Consumos regionales de nitrógeno (ton N), aplicados como fertilizantes sintéticos, desagregados regionalmente

Año/Región	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XIV	XII
1990	634,5	252,4	165,6	1.812,2	13.889,4	8.836,3	13.390,1	21.284,9	25.655,5	24.986,4	30.901,5	9.655,2	10.307,8	1.679,2	646,9
1991	608,6	242,1	158,9	1.738,3	13.322,5	8.475,6	12.843,6	20.416,1	24.608,3	23.966,6	29.640,2	9.261,1	9.887,1	1.610,6	620,5
1992	672,8	267,7	175,6	1.921,6	14.727,6	9.369,5	14.198,1	22.569,3	27.203,6	26.494,2	32.766,1	10.237,8	10.929,8	1.780,5	685,9
1993	754,0	300,0	196,8	2.153,5	16.505,0	10.500,3	15.911,7	25.293,2	30.486,8	29.691,8	36.720,7	11.473,4	12.248,9	1.995,4	768,7
1994	754,0	300,0	196,8	2.153,5	16.505,0	10.500,3	15.911,7	25.293,2	30.486,8	29.691,8	36.720,7	11.473,4	12.248,9	1.995,4	768,7
1995	831,3	330,7	217,0	2.374,4	18.197,8	11.577,2	17.543,6	27.887,3	33.613,7	32.737,1	40.486,9	12.650,2	13.505,2	2.200,0	847,6
1996	869,9	346,1	227,1	2.484,8	19.044,2	12.115,7	18.359,6	29.184,4	35.177,1	34.259,7	42.370,0	13.238,5	14.133,4	2.302,4	887,0
1997	850,6	338,4	222,1	2.429,6	18.621,0	11.846,5	17.951,6	28.535,9	34.395,4	33.498,4	41.428,5	12.944,4	13.819,3	2.251,2	867,3
1998	831,3	330,7	217,0	2.374,4	18.197,8	11.577,2	17.543,6	27.887,3	33.613,7	32.737,1	40.486,9	12.650,2	13.505,2	2.200,0	847,6
1999	912,5	363,0	238,2	2.606,3	19.975,0	12.707,8	19.256,9	30.610,7	36.896,2	35.934,0	44.440,7	13.885,5	14.824,1	2.414,9	930,4
2000	908,6	361,5	237,2	2.595,3	19.890,7	12.654,2	19.175,6	30.481,5	36.740,5	35.782,4	44.253,1	13.826,9	14.761,5	2.404,7	926,4
2001	873,8	347,7	228,1	2.495,9	19.128,9	12.169,5	18.441,2	29.314,1	35.333,4	34.412,0	42.558,3	13.297,4	14.196,2	2.312,6	890,9
2002	952,4	378,9	248,6	2.720,2	20.848,5	13.263,5	20.099,0	31.949,3	38.509,7	37.505,4	46.384,0	14.492,7	15.472,3	2.520,5	971,0
2003	854,8	340,1	223,1	2.441,5	18.711,9	11.904,2	18.039,2	28.675,1	34.563,1	33.661,8	41.630,5	13.007,5	13.886,7	2.262,2	871,5
2004	1.131,6	450,2	295,4	3.232,3	24.772,8	15.760,1	23.882,2	37.963,1	45.758,4	44.565,0	55.114,9	17.220,7	18.384,7	2.994,9	1.153,8
2005	930,7	370,3	243,0	2.658,3	20.373,8	12.961,5	19.641,4	31.221,9	37.632,9	36.651,5	45.328,0	14.162,8	15.120,1	2.463,1	948,9
2006	1.048,4	417,1	273,7	2.994,5	22.950,8	14.601,0	22.125,7	35.171,0	42.392,9	41.287,4	51.061,3	15.954,2	17.032,5	2.774,7	1.069,0
2007	1.254,2	499,0	327,4	3.582,5	27.456,8	17.467,7	26.469,8	42.076,3	50.716,1	49.393,5	61.086,4	19.086,5	20.376,6	3.319,4	1.278,8
2008	1.525,7	607,0	398,3	4.357,8	33.399,3	21.248,2	32.198,6	51.182,9	61.692,6	60.083,8	74.307,4	23.217,4	24.786,7	4.037,8	1.555,6
2009	1.336,6	531,8	348,9	3.817,9	29.261,0	18.615,5	28.209,1	44.841,1	54.048,7	52.639,2	65.100,5	20.340,7	21.715,6	3.537,5	1.362,9
2010	1.594,9	634,6	416,4	4.555,6	34.915,4	22.212,7	33.660,2	53.506,2	64.493,1	62.811,1	77.680,4	24.271,3	25.911,8	4.221,1	1.626,2

Fuente: INE, 2007 y FAOSTAT.

Cosecha anual (ha) por tipo de cultivo

Año	Cultivos anuales (ha)	Huertos frutales (ha)	Hortalizas (ha)	Forrajeras anuales (ha)	Forrajeras permanentes leñosas (ha)
1990	1.083.946,9	238.925,3	74.566,8	526.378,6	39.157,1
1991	981.013,8	245.003,3	81.396,5	525.471,2	40.906,6
1992	966.828,6	251.144,2	84.797,5	524.563,8	42.656,2
1993	856.728,5	254.913,0	85.218,4	523.656,4	44.405,7
1994	820.084,7	250.345,7	92.713,2	522.749,0	46.155,2

Año	Cultivos anuales (ha)	Huertos frutales (ha)	Hortalizas (ha)	Forrajeras anuales (ha)	Forrajeras permanentes leñosas (ha)
1995	859.763,0	254.403,2	93.274,2	521.841,7	47.904,7
1996	848.011,8	264.025,9	86.883,5	520.934,3	49.654,3
1997	832.919,3	278.471,9	67.599,0	520.026,9	51.403,8
1998	848.183,7	295.013,7	67.078,8	507.355,1	52.022,0
1999	772.395,7	311.555,4	66.558,6	494.683,4	52.640,2
2000	823.535,2	329.933,1	66.038,4	482.011,7	53.258,4
2001	862.542,1	350.415,7	65.518,1	469.339,9	53.876,6
2002	855.600,3	374.169,6	64.997,9	456.668,2	54.494,8
2003	857.433,0	400.496,4	64.477,7	443.996,4	55.113,0
2004	883.684,6	432.976,4	63.957,5	431.324,7	55.731,2
2005	868.403,6	469.347,6	63.437,3	418.653,0	56.349,4
2006	785.991,3	511.776,7	62.917,0	405.981,2	56.967,6
2007	601.889,7	566.718,1	62.396,8	393.309,5	57.585,8
2008	686.794,0	569.020,6	63.106,4	380.689,9	58.204,0
2009	686.233,8	574.507,5	63.818,4	368.239,5	58.822,3
2010	654.976,0	587.081,8	62.834,4	355.974,0	59.440,5

Fuente: INE, 2007.

Sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura

Plantaciones forestales: superficie anual (ha) por especie, serie 1990-2010

Año/Especie	<i>Pinus radiata</i>	<i>Eucalyptus globulus</i>	<i>Eucalyptus nitens</i>	<i>P. chilensis / P. tamarugo</i>	<i>Pseudotsuga menziensis</i>	<i>Populus spp.</i>	Otras especies
1990	1.243.293,0	107.700,0	-	23.882,1	11.343,0	3.526,0	3.735,0
1991	1.305.325,0	130.915,0	-	23.874,1	11.731,0	3.660,0	7.608,0
1992	1.312.812,0	171.520,0	-	23.882,1	12.135,0	3.718,0	7.956,0
1993	1.360.918,0	206.711,0	-	23.895,3	12.090,0	3.798,0	7.299,8
1994	1.375.886,0	238.312,0	-	23.941,9	12.379,0	3.798,0	9.032,8
1995	1.379.746,0	302.248,0	-	23.862,0	12.477,0	3.842,0	47.736,0
1996	1.387.041,0	308.762,0	-	23.880,0	12.477,0	4.055,0	50.454,0
1997	1.420.015,0	317.211,0	-	23.951,0	12.620,0	4.115,0	54.693,0
1998	1.437.520,0	330.952,0	-	24.057,0	13.225,0	4.287,0	55.481,0
1999	1.458.320,0	342.415,0	-	24.113,0	13.942,0	4.298,0	58.413,0
2000	1.474.773,0	358.616,0	-	24.165,0	14.286,0	4.151,0	60.216,0
2001	1.497.340,0	376.786,0	-	24.263,0	14.184,0	4.077,0	67.071,0
2002	1.513.004,0	387.975,0	-	24.422,0	14.922,0	3.942,0	73.200,0
2003	1.446.414,0	436.706,0	-	24.539,0	15.627,0	5.084,0	59.511,0
2004	1.408.430,0	489.602,1	-	25.254,0	16.460,0	6.009,0	65.086,0
2005	1.424.569,0	525.057,0	-	26.039,0	16.769,0	5.983,0	78.434,0
2006	1.419.300,0	552.337,0	-	26.306,0	16.665,0	3.103,0	42.725,0
2007	1.461.212,0	478.569,0	160.342,0	25.799,0	16.075,0	6.395,0	92.091,0
2008	1.457.224,0	500.269,0	167.900,0	25.878,0	16.677,0	6.278,0	73.613,0
2009	1.478.368,9	496.259,0	184.664,2	24.739,0	17.045,3	6.422,5	97.329,2
2010	1.471.806,1	500.428,1	196.965,7	25.878,0	16.866,7	7.060,3	93.600,4

Fuente: INFOR.

5A1c. Cosecha: superficie anual (ha) por especie, serie 1990-2010

Especie	Trozos <i>Pino radiata</i>	Trozos <i>Eucalyptus spp.</i>	Trozos Otras exótica	Trozos Especies nativas
1990	26.253,0	7.272,9	302,1	11.621,8
1991	27.860,7	9.403,9	400,1	15.027,1
1992	34.310,4	7.339,6	305,7	11.728,4
1993	35.826,2	7.776,8	328,2	12.427,0
1994	39.010,2	7.202,4	325,7	11.368,9
1995	45.344,8	10.459,5	327,0	14.428,8
1996	44.233,2	8.241,3	275,8	10.832,3
1997	45.141,6	9.344,1	362,7	10.588,3
1998	40.348,1	11.260,1	281,5	7.890,7
1999	43.654,1	15.424,3	387,4	6.644,7
2000	46.127,8	19.401,5	354,6	4.957,1
2001	49.913,0	19.400,3	405,5	3.818,6
2002	49.412,6	21.377,2	368,9	2.482,9
2003	54.013,8	22.034,4	345,4	2.194,8
2004	63.245,9	25.771,5	506,5	2.147,1
2005	62.910,0	28.607,9	724,3	2.252,4
2006	62.459,8	32.148,9	764,9	1.808,5
2007	67.180,8	37.541,4	716,5	1.728,7
2008	66.017,7	44.300,3	699,8	1.742,6
2009	60.449,8	39.525,7	669,4	1.417,4
2010	56.025,8	38.660,9	746,0	1.480,9

Fuente: INFOR.

5A1f. Incendios forestales: superficie anual (ha) afectada, serie 1990-2010

Componente	Bosque nativo (ha)	Plantaciones forestales (ha)
1990	4.906,6	2.401,6
1991	7.673,8	5.901,2
1992	1.941,4	1.866,0
1993	5.912,7	10.430,2
1994	11.520,4	9.532,0
1995	2.353,6	5.237,3
1996	12.582,8	6.500,7
1997	5.554,9	14.595,2
1998	61.181,1	2.965,8
1999	14.399,1	36.499,0
2000	1.147,5	3.087,6
2001	687,7	1.594,6
2002	31.281,7	22.241,9
2003	4.748,8	6.002,0
2004	6.097,0	10.806,4
2005	8.951,9	7.470,1
2006	2.241,1	1.800,7
2007	2.408,5	25.040,7
2008	8.683,0	8.514,6
2009	10.950,4	21.667,6
2010	9.734,8	15.598,2

Fuente: CONAF.

Sector Residuos

Año	Residuos Sólidos Municipales	Población Nacional	Consumo proteína nacional	Producción total de aguas residuales industriales
	Residuos (Gg)	Población (1.000 hab)	(kg/persona/año)	Producción RILES (1.000 t/año)
1990	3.848,0	13.735,0	25,6	55,1
1991	3.920,0	13.768,0	25,6	62,4
1992	3.933,0	13.645,0	28,1	74,8
1993	4.063,0	13.372,0	28,5	78,8
1994	4.135,0	13.398,0	28,5	89,5
1995	4.207,0	13.424,0	28,4	113,9
1996	4.269,0	13.445,0	28,8	119,1
1997	4.332,0	13.467,0	28,5	128,4
1998	4.395,0	14.671,0	28,4	121,4
1999	4.458,0	14.795,0	28,0	110,2
2000	4.520,0	15.326,0	28,7	118,3
2001	4.515,0	15.582,0	29,1	106,6
2002	4.647,0	15.849,0	30,1	103,4
2003	4.802,0	15.853,0	30,9	112,2
2004	4.964,0	15.444,0	31,3	143,5
2005	5.114,0	15.825,0	31,8	175,5
2006	5.311,0	16.018,0	32,5	72,2
2007	5.493,0	16.467,0	31,8	314,1
2008	5.608,0	16.893,0	32,2	227,1
2009	5.780,0	17.268,0	32,6	260,3
2010	5.936,0	17.694,0	33,1	325,3
Fuente	MMA, 2014; INE 1982, 1992, 2002.	INE	MINSAL	SISS

Anexo 3. Análisis de categorías principales

Según las GL2006 del IPCC, se entiende por categoría principal aquella categoría prioritaria en el sistema de inventarios nacionales porque su estimación influye significativamente sobre el INGEI de un país, en cuanto al nivel absoluto, la tendencia, o la incertidumbre de emisiones y absorciones. Siempre que se utiliza el término categoría principal, incluye tanto las categorías de emisión como de absorción.

La identificación de categorías principales es importante para los INGEI porque permite priorizar los recursos limitados disponibles para elaborar los inventarios. Es una buena práctica orientar los recursos disponibles a la mejora de los datos y los métodos destinados a las categorías identificadas como principales. Además, se sugiere que para estas categorías se empleen métodos de nivel superior (Nivel 2 y 3) para la estimación de emisiones o absorciones.

De modo de ser consistentes con las metodologías de estimación de las emisiones, se decidió utilizar, para la identificación de categorías principales, las metodologías establecidas en las GL2006.

El Método 1 para identificar categorías principales evalúa la influencia que ejercen diversas categorías de emisión y absorción sobre el nivel y la tendencia del INGEI. Este consiste en la evaluación de la estimación de emisiones o absorciones de una categoría frente al aporte total del año, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones. La evaluación se calcula según la siguiente ecuación:

$$L_{x,t} = |E_{x,t}| / \sum_y |E_{y,t}|$$

Donde:

- $L_{x,t}$ = Evaluación de nivel para x de emisión o absorción del año t del inventario
- $|E_{x,t}|$ = Valor absoluto de la estimación de emisión o absorción de la categoría x
- $\sum_y |E_{y,t}|$ = Aporte total, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones del año t

Las categorías principales, según el Método 1 de nivel, son aquellas que al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95 por ciento de la suma de todos los $L_{x,t}$. El Método 1 de nivel fue aplicado al año 1990 (Cuadro 3A) y al último año del inventario (2010) (Cuadro 3B).

El Método de 1 de tendencia tiene por objeto identificar las categorías cuya tendencia es significativamente diferente de la tendencia general del inventario general. Las categorías cuya tendencia es más divergente de la tendencia total deben identificarse como principales, cuando esta diferencia se pondera por el nivel de emisiones o absorciones de la categoría del año base. La evaluación de tendencia se estima con la ecuación siguiente:

$$T_{x,t} = \frac{|E_{x,0}|}{\sum_y |E_{y,0}|} \cdot \left| \left[\frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} \right] - \frac{(\sum_y E_{y,t} - \sum_y E_{y,0})}{|\sum_y E_{y,0}|} \right|$$

Donde:

- $T_{x,t}$ = evaluación de la tendencia de la categoría x de emisión o absorción del año t , en comparación con el año base (año 0).
- $|E_{x,0}|$ = valor absoluto de las estimación de emisión o absorción de la categoría x del año 0.
- $E_{x,t}$ y $E_{x,0}$ = valores reales de las estimaciones de la categoría x de emisión o absorción de los años t y 0, respectivamente.
- $\sum_y E_{y,t}$ y $\sum_y E_{y,0}$ = estimaciones totales del inventario de los años t y 0, respectivamente.

La tendencia de la categoría se refiere al cambio producido en las estimaciones de una categoría a través del tiempo, calculado restando la estimación del año base (año 0) para la categoría x , a la estimación del último año del inventario (año t) y dividiendo por el valor absoluto de la estimación del año base.

La tendencia total se refiere al cambio generado en el balance del INGEI, calculado restando la estimación del último año t y dividiendo por el valor absoluto de la estimación del año 0.

Para aquellas categorías cuyas estimaciones del año base son cero, la expresión anterior puede reformularse para evitar el cero en el denominador:

$$T_{x,t} = \left| \frac{E_{x,t}}{\sum_y |E_{y,0}|} \right|$$

Las categorías principales según el Método 1 de tendencia, son aquellas que al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95 por ciento de la suma de todos los $T_{x,t}$. El Método 1 de tendencia fue aplicado al último año del inventario (2010) (Cuadro 3C).

Las consideraciones de desagregación, para el Método 1, fueron las siguientes:

- Se consideró hasta el sexto nivel de subcategoría (p.e. 5A1a Plantaciones de árboles de bosque, *Pinus radiata*), cuando correspondiese, de modo de reflejar de mejor manera las circunstancias nacionales.
- Cada GEI fue considerado por separado, en unidades de CO₂eq.
- Las emisiones y absorciones también fueron separadas.
- A pesar de que la metodología aplicada corresponde a las GL2006, la identificación de categorías clave se aplicó al INGEI bajo los códigos y nombres de las GL1996.

Dado que la incertidumbre del INGEI fue determinada con otro nivel de desagregación, es que no fue posible aplicar el Método 2 para la identificación de categorías principales.

Para mayor detalle del análisis y su cálculo, ver anexo digital: *Annex_Categorías principales (GL2006)*.

Cuadro 3A. Análisis de categorías principales, utilizando el Método 1 de las GL2006, para los niveles absolutos del INGEI de Chile del año 1990

Código y categorías del IPCC	GEI	Estimación año 1990 (GgCO ₂ eq)	Valor absoluto de la estimación año 1990	Evaluación de nivel	Total acumulativo
5.A.1.a. Renovales	CO ₂	-45.706,68	45.706,68	0,25	0,250
5.A.1.a. Plantaciones forestales	CO ₂	-39.889,96	39.889,96	0,22	0,469
5.A.1.c. Trozas P. radiata	CO ₂	15.135,53	15.135,53	0,08	0,552
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	8.252,36	8.252,36	0,05	0,597
1.A.3.b. Transporte terrestre	CO ₂	7.577,35	7.577,35	0,04	0,639
5.A.1.e. Leña	CO ₂	7.160,86	7.160,86	0,04	0,678
5.A.1.c. Trozas especies nativas	CO ₂	6.566,47	6.566,47	0,04	0,714
5.A.1.a. Bosque nativo manejado	CO ₂	-4.060,69	4.060,69	0,02	0,736
4.A.1. Ganado	CH ₄	3.549,58	3.549,58	0,02	0,756
5.A.1.c. Trozas Eucalyptus spp.	CO ₂	3.203,99	3.203,99	0,02	0,773
5.A.1.g. Substitución	CO ₂	3.161,17	3.161,17	0,02	0,791
1.A.2.f. Industria no especificada	CO ₂	2.628,30	2.628,30	0,01	0,805
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CO ₂	2.544,38	2.544,38	0,01	0,819
1.A.4.b. Residencial	CO ₂	2.503,66	2.503,66	0,01	0,833
4.D.2. Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas	N ₂ O	2.464,39	2.464,39	0,01	0,846
5.A.1.a. Bosque nativo incendiado	CO ₂	-1.953,05	1.953,05	0,01	0,857
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO ₂	1.922,56	1.922,56	0,01	0,867
5.A.2.2. Tierra convertidas en tierras forestales	CO ₂	1.707,05	1.707,05	0,01	0,877
1.A.2.a. Hierro y acero	CO ₂	1.483,45	1.483,45	0,01	0,885
6.A.3. Otros	CH ₄	1.426,44	1.426,44	0,01	0,893
4.D.1. Emisiones directas de suelos agrícolas	N ₂ O	1.282,87	1.282,87	0,01	0,900
5.C.2. Tierra convertida en pastizal	CO ₂	1.247,01	1.247,01	0,01	0,907
2.C.1. Hierro y acero	CO ₂	1.221,37	1.221,37	0,01	0,913
4.D.3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas	N ₂ O	1.108,94	1.108,94	0,01	0,919
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	CO ₂	990,88	990,88	0,01	0,925
1.A.3.d. Navegación nacional	CO ₂	871,49	871,49	0,00	0,930
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	786,65	786,65	0,00	0,934
4.B.1. Ganado	CH ₄	767,08	767,08	0,00	0,938
1.B.2.b. Gas natural	CH ₄	756,28	756,28	0,00	0,942
1.B.2.a. Petróleo	CH ₄	634,19	634,19	0,00	0,946
2.B.5.a. Metanol	CO ₂	572,18	572,18	0,00	0,949
1.A.3.a. Aviación nacional	CO ₂	562,97	562,97	0,00	0,952
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO ₂	533,52	533,52	0,00	0,955
6.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	CH ₄	489,43	489,43	0,00	0,957
1.B.1.a. Extracción y manipulación de carbón	CH ₄	481,46	481,46	0,00	0,960
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	CO ₂	471,14	471,14	0,00	0,963
4.A.3. Ovejas	CH ₄	453,98	453,98	0,00	0,965
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	CO ₂	424,68	424,68	0,00	0,968
1.A.4.b. Residencial	CH ₄	417,00	417,00	0,00	0,970
1.A.4.a. Comercial / Institucional	CO ₂	406,17	406,17	0,00	0,972
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	CO ₂	385,88	385,88	0,00	0,974
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO ₂	326,03	326,03	0,00	0,976
6.B.2. Aguas residuales domésticas y comerciales	CH ₄	304,43	304,43	0,00	0,978
4.B.8. Cerdos	CH ₄	270,18	270,18	0,00	0,979
5.A.1.c. Trozas Otras exótica	CO ₂	265,76	265,76	0,00	0,981
2.A.2. Producción de cal	CO ₂	256,31	256,31	0,00	0,982
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO ₂	244,93	244,93	0,00	0,983
5.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	191,44	191,44	0,00	0,984
6.B.2. Aguas residuales domésticas y comerciales	N ₂ O	188,32	188,32	0,00	0,985
5.E.2. Tierra convertida en asentamiento	CO ₂	187,35	187,35	0,00	0,986
4.A.6. Caballos	CH ₄	154,22	154,22	0,00	0,987
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N ₂ O	141,17	141,17	0,00	0,988
4.C.1. De regadío	CH ₄	137,90	137,90	0,00	0,989
5.B.2. Tierra convertida en tierras de cultivo	CO ₂	137,90	137,90	0,00	0,990
5.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	CO ₂	121,77	121,77	0,00	0,990
1.A.3.b. Transporte terrestre	N ₂ O	115,14	115,14	0,00	0,991
4.B.13. Almacenamiento sólido y parcelas secas	N ₂ O	107,91	107,91	0,00	0,991
5.A.1.d. Residuos	CH ₄	106,14	106,14	0,00	0,992
4.F.F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	CH ₄	104,39	104,39	0,00	0,993
4.A.4. Cabras	CH ₄	89,95	89,95	0,00	0,993
1.A.4.b. Residencial	N ₂ O	83,42	83,42	0,00	0,994
3.C.C. Productos químicas, fabricación y procesamiento	CO ₂	82,35	82,35	0,00	0,994
5.A.1.b. Tierras en transición	CO ₂	-68,14	68,14	0,00	0,994
1.A.4.a. Comercial / Institucional	CH ₄	67,02	67,02	0,00	0,995
5.A.1.h. Restitución	CO ₂	66,54	66,54	0,00	0,995
1.A.3.c. Ferrocarriles	CO ₂	57,56	57,56	0,00	0,995
1.A.3.b. Transporte terrestre	CH ₄	46,55	46,55	0,00	0,996
5.A.1.d. Residuos	N ₂ O	46,08	46,08	0,00	0,996
4.A.8. Cerdos	CH ₄	45,85	45,85	0,00	0,996
2.C.5.b. Producción de cinc	CO ₂	43,17	43,17	0,00	0,996
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	CH ₄	41,29	41,29	0,00	0,997
2.B.5.a. Metanol	CH ₄	41,25	41,25	0,00	0,997
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	N ₂ O	40,61	40,61	0,00	0,997
6.B.1. Aguas residuales industriales	CH ₄	40,48	40,48	0,00	0,997
4.F.F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	N ₂ O	39,95	39,95	0,00	0,997

Código y categorías del IPCC	GEI	Estimación año 1990 (GgCO ₂ eq)	Valor absoluto de la estimación año 1990	Evaluación de nivel	Total acumulativo
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	CH ₄	33,84	33,84	0,00	0,998
4.B.11. Lagunas anaeróbicas	N ₂ O	33,61	33,61	0,00	0,998
4.B.14. Otros SME	N ₂ O	31,59	31,59	0,00	0,998
2.C.2. Ferroaleaciones	CO ₂	31,56	31,56	0,00	0,998
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	N ₂ O	25,02	25,02	0,00	0,998
5.C.2. Tierra convertida en pastizal	CO ₂	-21,53	21,53	0,00	0,998
4.A.5. Camélidos	CH ₄	19,66	19,66	0,00	0,999
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH ₄	19,63	19,63	0,00	0,999
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	N ₂ O	17,92	17,92	0,00	0,999
1.A.2.f. Industria no especificada	N ₂ O	15,79	15,79	0,00	0,999
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	N ₂ O	14,69	14,69	0,00	0,999
4.B.3. Ovejas	CH ₄	14,53	14,53	0,00	0,999
4.B.6. Caballos	CH ₄	14,05	14,05	0,00	0,999
1.A.4.a. Comercial / Institucional	N ₂ O	13,53	13,53	0,00	0,999
2.A.7.a. Producción de vidrio	CO ₂	12,98	12,98	0,00	0,999
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CH ₄	12,61	12,61	0,00	0,999
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	CH ₄	11,98	11,98	0,00	0,999
6.D.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	N ₂ O	8,37	8,37	0,00	0,999
4.B.9. Aves de corral	CH ₄	7,63	7,63	0,00	0,999
6.D.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH ₄	7,56	7,56	0,00	1,000
1.A.3.d. Navegación nacional	N ₂ O	7,26	7,26	0,00	1,000
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	N ₂ O	7,14	7,14	0,00	1,000
1.A.2.f. Industria no especificada	CH ₄	7,08	7,08	0,00	1,000
1.A.3.c. Ferrocarriles	N ₂ O	6,84	6,84	0,00	1,000
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CH ₄	5,13	5,13	0,00	1,000
1.A.3.a. Aviación nacional	N ₂ O	4,89	4,89	0,00	1,000
5.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CH ₄	4,80	4,80	0,00	1,000
4.B.5. Camélidos	CH ₄	4,72	4,72	0,00	1,000
4.A.7. Mulas y asnos	CH ₄	3,82	3,82	0,00	1,000
1.A.2.a. Hierro y acero	N ₂ O	3,47	3,47	0,00	1,000
5.B.2. Tierra convertida en tierras de cultivo	CO ₂	-3,13	3,13	0,00	1,000
4.B.4. Cabras	CH ₄	3,06	3,06	0,00	1,000
1.A.2.c. Productos químicos	CO ₂	2,66	2,66	0,00	1,000
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CH ₄	2,63	2,63	0,00	1,000
1.A.2.f. Minerales no metálicos	N ₂ O	2,57	2,57	0,00	1,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	N ₂ O	2,17	2,17	0,00	1,000
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	N ₂ O	2,10	2,10	0,00	1,000
5.C.1. Pastizales que permanecen como tales	N ₂ O	2,08	2,08	0,00	1,000
1.B.2.a. Petróleo	CO ₂	2,00	2,00	0,00	1,000
1.A.3.d. Navegación nacional	CH ₄	1,72	1,72	0,00	1,000
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	N ₂ O	1,58	1,58	0,00	1,000
1.A.2.a. Hierro y acero	CH ₄	1,57	1,57	0,00	1,000
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CH ₄	1,15	1,15	0,00	1,000
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CH ₄	0,98	0,98	0,00	1,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CH ₄	0,97	0,97	0,00	1,000
2.B.5.b. Etileno	CO ₂	0,75	0,75	0,00	1,000
2.C.5.a. Producción de plomo	CO ₂	0,58	0,58	0,00	1,000
1.B.2.b. Gas natural	CO ₂	0,55	0,55	0,00	1,000
6.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	CH ₄	0,43	0,43	0,00	1,000
4.B.7. Mulas y asnos	CH ₄	0,34	0,34	0,00	1,000
5.E.2. Tierra convertida en asentamiento	CO ₂	-0,13	0,13	0,00	1,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	N ₂ O	0,13	0,13	0,00	1,000
2.C.2. Ferroaleaciones	CH ₄	0,11	0,11	0,00	1,000
2.B.5.b. Etileno	CH ₄	0,09	0,09	0,00	1,000
1.A.3.a. Aviación nacional	CH ₄	0,08	0,08	0,00	1,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	CH ₄	0,08	0,08	0,00	1,000
1.A.3.c. Ferrocarriles	CH ₄	0,07	0,07	0,00	1,000
6.C.C. Incineración de residuos	CO ₂	0,07	0,07	0,00	1,000
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO ₂	0,01	0,01	0,00	1,000
1.A.2.c. Productos químicos	N ₂ O	0,00	0,00	0,00	1,000
6.C.C. Incineración de residuos	N ₂ O	0,00	0,00	0,00	1,000
1.A.2.c. Productos químicos	CH ₄	0,00	0,00	0,00	1,000
TOTAL		-924,98	182.481,66	1,00	

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Cuadro 3B. Análisis de categorías principales, utilizando el Método 1 de las GL2006, para los niveles absolutos del INGEI de Chile del año 2010

Código y categorías del IPCC	GEI	Estimación año 2010 (GgCO ₂ e _q)	Valor absoluto de la estimación año 2010	Evaluación de nivel	Total acumulativo
5.A.1.a. Plantaciones forestales	CO ₂	-76.978,37	76.978,37	0,26	0,255
5.A.1.a. Renovales	CO ₂	-45.274,92	45.274,92	0,15	0,405
5.A.1.c. Trozas P. radiata	CO ₂	32.323,74	32.323,74	0,11	0,512
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	24.673,95	24.673,95	0,08	0,594
5.A.1.c. Trozas Eucalyptus spp.	CO ₂	22.625,72	22.625,72	0,07	0,669
1.A.3.b. Transporte terrestre	CO ₂	19.075,50	19.075,50	0,06	0,732
5.A.1.e. Leña	CO ₂	11.945,81	11.945,81	0,04	0,772
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CO ₂	6.107,65	6.107,65	0,02	0,792
4.A.1. Ganado	CH ₄	4.048,98	4.048,98	0,01	0,805
5.A.1.a. Bosque nativo incendiado	CO ₂	-3.736,23	3.736,23	0,01	0,818
1.A.4.b. Residencial	CO ₂	3.514,87	3.514,87	0,01	0,829
5.A.1.g. Substitución	CO ₂	3.161,17	3.161,17	0,01	0,840
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	CO ₂	3.067,67	3.067,67	0,01	0,850
4.D.1. Emisiones directas de suelos agrícolas	N ₂ O	2.920,10	2.920,10	0,01	0,860
1.A.2.f. Industria no especificada	CO ₂	2.913,12	2.913,12	0,01	0,869
5.A.1.a. Bosque nativo manejado	CO ₂	-2.610,45	2.610,45	0,01	0,878
4.D.2. Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas	N ₂ O	2.586,71	2.586,71	0,01	0,887
6.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	CH ₄	1.823,75	1.823,75	0,01	0,893
4.D.3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas	N ₂ O	1.744,58	1.744,58	0,01	0,898
5.A.2.2. Tierra convertidas en tierras forestales	CO ₂	1.707,05	1.707,05	0,01	0,904
1.A.4.a. Comercial / Institucional	CO ₂	1.673,63	1.673,63	0,01	0,910
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO ₂	1.550,06	1.550,06	0,01	0,915
5.A.1.b. Tierras en transición	CO ₂	-1.430,89	1.430,89	0,00	0,919
5.C.2. Tierra convertida en pastizal	CO ₂	1.247,01	1.247,01	0,00	0,924
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	1.191,78	1.191,78	0,00	0,928
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N ₂ O	1.124,88	1.124,88	0,00	0,931
2.C.1. Hierro y acero	CO ₂	1.094,11	1.094,11	0,00	0,935
2.A.2. Producción de cal	CO ₂	1.076,37	1.076,37	0,00	0,938
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO ₂	941,35	941,35	0,00	0,942
1.A.2.c. Productos químicos	CO ₂	937,45	937,45	0,00	0,945
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	CO ₂	885,18	885,18	0,00	0,948
4.B.1. Ganado	CH ₄	875,01	875,01	0,00	0,950
5.A.1.c. Trozas especies nativas	CO ₂	869,80	869,80	0,00	0,953
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	CO ₂	841,05	841,05	0,00	0,956
1.B.2.b. Gas natural	CH ₄	796,39	796,39	0,00	0,959
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	CO ₂	789,16	789,16	0,00	0,961
1.A.3.a. Aviación nacional	CO ₂	782,91	782,91	0,00	0,964
1.A.4.b. Residencial	CH ₄	753,23	753,23	0,00	0,967
5.A.1.c. Trozas Otras exótica	CO ₂	641,78	641,78	0,00	0,969
2.B.5.a. Metanol	CO ₂	626,45	626,45	0,00	0,971
6.A.3. Otros	CH ₄	613,08	613,08	0,00	0,973
1.A.2.a. Hierro y acero	CO ₂	583,26	583,26	0,00	0,975
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO ₂	530,99	530,99	0,00	0,976
6.B.2. Aguas residuales domésticas y comerciales	CH ₄	512,44	512,44	0,00	0,978
5.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	494,06	494,06	0,00	0,980
4.B.8. Cerdos	CH ₄	448,03	448,03	0,00	0,981
1.A.3.d. Navegación nacional	CO ₂	430,06	430,06	0,00	0,983
4.A.3. Ovejas	CH ₄	414,62	414,62	0,00	0,984
6.B.2. Aguas residuales domésticas y comerciales	N ₂ O	313,50	313,50	0,00	0,985
1.A.3.b. Transporte terrestre	N ₂ O	289,86	289,86	0,00	0,986
5.A.1.d. Residuos	CH ₄	251,80	251,80	0,00	0,987
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO ₂	248,89	248,89	0,00	0,988
3.C.C. Productos químicas, fabricación y procesamiento	CO ₂	243,04	243,04	0,00	0,989
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	CH ₄	222,42	222,42	0,00	0,989
6.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	CH ₄	206,85	206,85	0,00	0,990
5.E.2. Tierra convertida en asentamiento	CO ₂	186,91	186,91	0,00	0,991
1.B.2.a. Petróleo	CH ₄	164,09	164,09	0,00	0,991
2.F.4. Aerosoles	HFC	155,18	155,18	0,00	0,992
4.B.14. Otros SME	N ₂ O	150,42	150,42	0,00	0,992
1.A.4.b. Residencial	N ₂ O	149,49	149,49	0,00	0,993
1.A.3.c. Ferrocarriles	CO ₂	136,67	136,67	0,00	0,993
5.B.2. Tierra convertida en tierras de cultivo	CO ₂	133,03	133,03	0,00	0,993
5.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	CO ₂	123,24	123,24	0,00	0,994
4.B.13. Almacenamiento sólido y parcelas secas	N ₂ O	118,64	118,64	0,00	0,994
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	N ₂ O	115,80	115,80	0,00	0,995
5.A.1.d. Residuos	N ₂ O	109,33	109,33	0,00	0,995
4.A.6. Caballos	CH ₄	104,79	104,79	0,00	0,995
4.A.8. Cerdos	CH ₄	103,94	103,94	0,00	0,996
4.C.1. De regadío	CH ₄	103,79	103,79	0,00	0,996
1.A.3.b. Transporte terrestre	CH ₄	98,16	98,16	0,00	0,996
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	N ₂ O	96,57	96,57	0,00	0,997
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	95,77	95,77	0,00	0,997
4.A.4. Cabras	CH ₄	73,45	73,45	0,00	0,997
5.A.1.h. Restitución	CO ₂	67,55	67,55	0,00	0,998
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	N ₂ O	52,15	52,15	0,00	0,998

Código y categorías del IPCC	GEI	Estimación año 2010 (GgCO ₂ eq)	Valor absoluto de la estimación año 2010	Evaluación de nivel	Total acumulativo
2.A.7.a. Producción de vidrio	CO ₂	48,08	48,08	0,00	0,998
2.C.5.b. Producción de cinc	CO ₂	47,58	47,58	0,00	0,998
2.B.5.a. Metanol	CH ₄	45,16	45,16	0,00	0,998
1.B.1.a. Extracción y manipulación de carbón	CH ₄	39,96	39,96	0,00	0,998
4.B.11. Lagunas anaeróbicas	N ₂ O	37,38	37,38	0,00	0,998
6.D.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	N ₂ O	35,52	35,52	0,00	0,999
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	CH ₄	32,70	32,70	0,00	0,999
6.D.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH ₄	32,36	32,36	0,00	0,999
2.F.3. Extintores de incendios	HFC	30,35	30,35	0,00	0,999
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CH ₄	26,39	26,39	0,00	0,999
1.A.2.f. Industria no especificada	N ₂ O	24,00	24,00	0,00	0,999
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CH ₄	21,64	21,64	0,00	0,999
5.C.2. Tierra convertida en pastizal	CO ₂	-21,53	21,53	0,00	0,999
4.F.F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	CH ₄	21,07	21,07	0,00	0,999
4.B.9. Aves de corral	CH ₄	20,90	20,90	0,00	0,999
1.A.3.c. Ferrocarriles	N ₂ O	16,35	16,35	0,00	0,999
6.B.1. Aguas residuales industriales	CH ₄	16,28	16,28	0,00	0,999
1.B.2.c. Vento y quema en antorcha	CH ₄	16,09	16,09	0,00	0,999
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	N ₂ O	15,34	15,34	0,00	1,000
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	N ₂ O	14,20	14,20	0,00	1,000
4.B.3. Ovejas	CH ₄	13,27	13,27	0,00	1,000
1.A.2.f. Industria no especificada	CH ₄	11,44	11,44	0,00	1,000
4.A.5. Camélidos	CH ₄	11,36	11,36	0,00	1,000
5.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CH ₄	10,87	10,87	0,00	1,000
4.B.6. Caballos	CH ₄	9,55	9,55	0,00	1,000
4.F.F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	N ₂ O	8,06	8,06	0,00	1,000
1.A.3.a. Aviación nacional	N ₂ O	6,78	6,78	0,00	1,000
2.F.3. Extintores de incendios	PFC	6,14	6,14	0,00	1,000
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CH ₄	5,38	5,38	0,00	1,000
4.A.7. Mulas y asnos	CH ₄	5,31	5,31	0,00	1,000
5.C.1. Pastizales que permanecen como tales	N ₂ O	4,72	4,72	0,00	1,000
1.A.2.f. Minerales no metálicos	N ₂ O	4,11	4,11	0,00	1,000
1.A.4.a. Comercial / Institucional	CH ₄	4,05	4,05	0,00	1,000
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	CH ₄	3,68	3,68	0,00	1,000
1.A.3.d. Navegación nacional	N ₂ O	3,52	3,52	0,00	1,000
5.B.2. Tierra convertida en tierras de cultivo	CO ₂	-3,13	3,13	0,00	1,000
1.A.4.a. Comercial / Institucional	N ₂ O	2,93	2,93	0,00	1,000
4.B.5. Camélidos	CH ₄	2,73	2,73	0,00	1,000
4.B.4. Cabras	CH ₄	2,50	2,50	0,00	1,000
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	N ₂ O	2,20	2,20	0,00	1,000
1.A.2.a. Hierro y acero	N ₂ O	1,86	1,86	0,00	1,000
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CH ₄	1,85	1,85	0,00	1,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	N ₂ O	1,36	1,36	0,00	1,000
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	N ₂ O	1,21	1,21	0,00	1,000
1.A.2.a. Hierro y acero	CH ₄	0,84	0,84	0,00	1,000
1.A.3.d. Navegación nacional	CH ₄	0,84	0,84	0,00	1,000
1.B.2.b. Gas natural	CO ₂	0,81	0,81	0,00	1,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CH ₄	0,70	0,70	0,00	1,000
2.B.5.b. Etileno	CO ₂	0,66	0,66	0,00	1,000
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CH ₄	0,55	0,55	0,00	1,000
1.B.2.a. Petróleo	CO ₂	0,51	0,51	0,00	1,000
1.A.2.c. Productos químicos	N ₂ O	0,50	0,50	0,00	1,000
4.B.7. Mulas y asnos	CH ₄	0,48	0,48	0,00	1,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	N ₂ O	0,42	0,42	0,00	1,000
2.C.5.a. Producción de plomo	CO ₂	0,36	0,36	0,00	1,000
1.A.2.c. Productos químicos	CH ₄	0,34	0,34	0,00	1,000
6.C.C. Incineración de residuos	CO ₂	0,28	0,28	0,00	1,000
2.C.2. Ferroaleaciones	CO ₂	0,24	0,24	0,00	1,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	CH ₄	0,20	0,20	0,00	1,000
1.A.3.c. Ferrocarriles	CH ₄	0,16	0,16	0,00	1,000
5.E.2. Tierra convertida en asentamiento	CO ₂	-0,13	0,13	0,00	1,000
1.A.3.a. Aviación nacional	CH ₄	0,11	0,11	0,00	1,000
2.B.5.b. Etileno	CH ₄	0,08	0,08	0,00	1,000
6.C.C. Incineración de residuos	N ₂ O	0,01	0,01	0,00	1,000
1.B.2.c. Vento y quema en antorcha	CO ₂	0,01	0,01	0,00	1,000
TOTAL		41.698,50	301.809,80	1,00	

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Cuadro 3C. Análisis de categorías principales, utilizando el Método 1 de las GL2006, para la tendencia del INGEI de Chile entre los años 1990 y 2010

Código y categorías del IPCC	GEI	Estimación año 1990 (GgCO ₂ eq)	Estimación año 2010 (GgCO ₂ eq)	Evaluación de la tendencia	Aporte a la tendencia	Total Acumulado
5.A.1.a. Renovales	CO ₂	-45.706,68	-45.274,92	1,12	0,25	0,247
5.A.1.a. Plantaciones forestales	CO ₂	-39.889,96	-76.978,37	1,00	0,22	0,467
5.A.1.c. Trozas P. radiata	CO ₂	15.135,53	32.323,74	0,38	0,08	0,551
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CO ₂	8.252,36	24.673,95	0,21	0,05	0,597
1.A.3.b. Transporte terrestre	CO ₂	7.577,35	19.075,50	0,19	0,04	0,639
5.A.1.e. Leña	CO ₂	7.160,86	11.945,81	0,18	0,04	0,679
5.A.1.c. Trozas especies nativas	CO ₂	6.566,47	869,80	0,16	0,03	0,713
5.A.1.a. Bosque nativo manejado	CO ₂	-4.060,69	-2.610,45	0,10	0,02	0,735
5.A.1.c. Trozas Eucalyptus spp.	CO ₂	3.203,99	22.625,72	0,09	0,02	0,755
4.A.1. Ganado	CH ₄	3.549,58	4.048,98	0,09	0,02	0,774
5.A.1.g. Substitución	CO ₂	3.161,17	3.161,17	0,08	0,02	0,791
1.A.2.f. Industria no especificada	CO ₂	2.628,30	2.913,12	0,06	0,01	0,805
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CO ₂	2.544,38	6.107,65	0,06	0,01	0,820
1.A.4.b. Residencial	CO ₂	2.503,66	3.514,87	0,06	0,01	0,833
4.D.2. Estiércol depositado en pastizales, prados y praderas	N ₂ O	2.464,39	2.586,71	0,06	0,01	0,847
5.A.1.a. Bosque nativo incendiado	CO ₂	-1.953,05	-3.736,23	0,05	0,01	0,857
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CO ₂	1.922,56	1.550,06	0,05	0,01	0,868
5.A.2.2. Tierra convertidas en tierras forestales	CO ₂	1.707,05	1.707,05	0,04	0,01	0,877
1.A.2.a. Hierro y acero	CO ₂	1.483,45	583,26	0,04	0,01	0,885
6.A.3. Otros	CH ₄	1.426,44	613,08	0,03	0,01	0,892
4.D.1. Emisiones directas de suelos agrícolas	N ₂ O	1.282,87	2.920,10	0,03	0,01	0,900
5.C.2. Tierra convertida en pastizal	CO ₂	1.247,01	1.247,01	0,03	0,01	0,906
2.C.1. Hierro y acero	CO ₂	1.221,37	1.094,11	0,03	0,01	0,913
4.D.3. Emisiones indirectas de suelos agrícolas	N ₂ O	1.108,94	1.744,58	0,03	0,01	0,919
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	CO ₂	990,88	841,05	0,02	0,01	0,924
1.A.3.d. Navegación nacional	CO ₂	871,49	430,06	0,02	0,00	0,929
2.A.1. Producción de cemento	CO ₂	786,65	1.191,78	0,02	0,00	0,933
4.B.1. Ganado	CH ₄	767,08	875,01	0,02	0,00	0,937
1.B.2.b. Gas natural	CH ₄	756,28	796,39	0,02	0,00	0,941
1.B.2.a. Petróleo	CH ₄	634,19	164,09	0,02	0,00	0,945
2.B.5.a. Metanol	CO ₂	572,18	626,45	0,01	0,00	0,948
1.A.3.a. Aviación nacional	CO ₂	562,97	782,91	0,01	0,00	0,951
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CO ₂	533,52	941,35	0,01	0,00	0,954
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	CO ₂	471,14	3.067,67	0,01	0,00	0,957
6.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	CH ₄	489,43	206,85	0,01	0,00	0,959
1.B.1.a. Extracción y manipulación de carbón	CH ₄	481,46	39,96	0,01	0,00	0,962
4.A.3. Ovejas	CH ₄	453,98	414,62	0,01	0,00	0,964
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	CO ₂	424,68	885,18	0,01	0,00	0,967
1.A.4.a. Comercial / Institucional	CO ₂	406,17	1.673,63	0,01	0,00	0,969
1.A.4.b. Residencial	CH ₄	417,00	753,23	0,01	0,00	0,971
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	CO ₂	385,88	789,16	0,01	0,00	0,973
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CO ₂	326,03	248,89	0,01	0,00	0,975
6.B.2. Aguas residuales domésticas y comerciales	CH ₄	304,43	512,44	0,01	0,00	0,977
2.A.2. Producción de cal	CO ₂	256,31	1.076,37	0,01	0,00	0,978
4.B.8. Cerdos	CH ₄	270,18	448,03	0,01	0,00	0,980
5.A.1.c. Trozas Otras exótica	CO ₂	265,76	641,78	0,01	0,00	0,981
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CO ₂	244,93	530,99	0,01	0,00	0,983
5.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	CO ₂	191,44	494,06	0,00	0,00	0,984
6.B.2. Aguas residuales domésticas y comerciales	N ₂ O	188,32	313,50	0,00	0,00	0,985
5.E.2. Tierra convertida en asentamiento	CO ₂	187,35	186,91	0,00	0,00	0,986
2.B.2. Producción de ácido nítrico	N ₂ O	141,17	1.124,88	0,00	0,00	0,987
4.A.6. Caballos	CH ₄	154,22	104,79	0,00	0,00	0,988
5.B.2. Tierra convertida en tierras de cultivo	CO ₂	137,90	133,03	0,00	0,00	0,988
4.C.1. De regadío	CH ₄	137,90	103,79	0,00	0,00	0,989
5.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	CO ₂	121,77	123,24	0,00	0,00	0,990
1.A.3.b. Transporte terrestre	N ₂ O	115,14	289,86	0,00	0,00	0,990
5.A.1.d. Residuos	CH ₄	106,14	251,80	0,00	0,00	0,991
4.B.13. Almacenamiento sólido y parcelas secas	N ₂ O	107,91	118,64	0,00	0,00	0,991
4.F.F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	CH ₄	104,39	21,07	0,00	0,00	0,992
5.A.1.b. Tierras en transición	CO ₂	-68,14	-1.430,89	0,00	0,00	0,993
4.A.4. Cabras	CH ₄	89,95	73,45	0,00	0,00	0,993
3.C.C. Productos químicos, fabricación y procesamiento	CO ₂	82,35	243,04	0,00	0,00	0,994
1.A.4.b. Residencial	N ₂ O	83,42	149,49	0,00	0,00	0,994
5.A.1.h. Restitución	CO ₂	66,54	67,55	0,00	0,00	0,994
1.A.4.a. Comercial / Institucional	CH ₄	67,02	4,05	0,00	0,00	0,995
1.A.3.c. Ferrocarriles	CO ₂	57,56	136,67	0,00	0,00	0,995
1.A.3.b. Transporte terrestre	CH ₄	46,55	98,16	0,00	0,00	0,995
5.A.1.d. Residuos	N ₂ O	46,08	109,33	0,00	0,00	0,996
4.A.8. Cerdos	CH ₄	45,85	103,94	0,00	0,00	0,996
2.C.5.b. Producción de cinc	CO ₂	43,17	47,58	0,00	0,00	0,996
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	N ₂ O	40,61	115,80	0,00	0,00	0,996
2.B.5.a. Metanol	CH ₄	41,25	45,16	0,00	0,00	0,996
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	CH ₄	41,29	32,70	0,00	0,00	0,997
6.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	CH ₄	0,43	1.823,75	0,00	0,00	0,997
6.B.1. Aguas residuales industriales	CH ₄	40,48	16,28	0,00	0,00	0,997

Código y categorías del IPCC	GEI	Estimación año 1990 (GgCO ₂ eq)	Estimación año 2010 (GgCO ₂ eq)	Evaluación de la tendencia	Aporte a la tendencia	Total Acumulado
4.F.F. Quema en el campo de los residuos agrícolas	N ₂ O	39,95	8,06	0,00	0,00	0,997
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	CH ₄	33,84	222,42	0,00	0,00	0,998
4.B.14. Otros SME	N ₂ O	31,59	150,42	0,00	0,00	0,998
4.B.11. Lagunas anaeróbicas	N ₂ O	33,61	37,38	0,00	0,00	0,998
2.C.2. Ferroaleaciones	CO ₂	31,56	0,24	0,00	0,00	0,998
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	N ₂ O	25,02	52,15	0,00	0,00	0,998
1.A.2.c. Productos químicos	CO ₂	2,66	937,45	0,00	0,00	0,998
5.C.2. Tierra convertida en pastizal	CO ₂	-21,53	-21,53	0,00	0,00	0,998
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CH ₄	19,63	16,09	0,00	0,00	0,999
4.A.5. Camélidos	CH ₄	19,66	11,36	0,00	0,00	0,999
5.A.1.f. Bosque nativo incendiado	N ₂ O	17,92	14,20	0,00	0,00	0,999
5.A.1.f. Plantaciones forestales incendiadas	N ₂ O	14,69	96,57	0,00	0,00	0,999
1.A.2.f. Industria no especificada	N ₂ O	15,79	24,00	0,00	0,00	0,999
4.B.3. Ovejas	CH ₄	14,53	13,27	0,00	0,00	0,999
4.B.6. Caballos	CH ₄	14,05	9,55	0,00	0,00	0,999
2.A.7.a. Producción de vidrio	CO ₂	12,98	48,08	0,00	0,00	0,999
1.A.4.a. Comercial / Institucional	N ₂ O	13,53	2,93	0,00	0,00	0,999
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	CH ₄	12,61	26,39	0,00	0,00	0,999
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	CH ₄	11,98	3,68	0,00	0,00	0,999
6.D.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	N ₂ O	8,37	35,52	0,00	0,00	0,999
6.D.1. Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH ₄	7,56	32,36	0,00	0,00	0,999
4.B.9. Aves de corral	CH ₄	7,63	20,90	0,00	0,00	0,999
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	N ₂ O	7,14	15,34	0,00	0,00	1,000
1.A.3.d. Navegación nacional	N ₂ O	7,26	3,52	0,00	0,00	1,000
1.A.2.f. Industria no especificada	CH ₄	7,08	11,44	0,00	0,00	1,000
1.A.3.c. Ferrocarriles	N ₂ O	6,84	16,35	0,00	0,00	1,000
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	CH ₄	5,13	21,64	0,00	0,00	1,000
5.C.1. Pastizales que permanecen como tales	CH ₄	4,80	10,87	0,00	0,00	1,000
1.A.3.a. Aviación nacional	N ₂ O	4,89	6,78	0,00	0,00	1,000
4.B.5. Camélidos	CH ₄	4,72	2,73	0,00	0,00	1,000
4.A.7. Mulas y asnos	CH ₄	3,82	5,31	0,00	0,00	1,000
1.A.2.a. Hierro y acero	N ₂ O	3,47	1,86	0,00	0,00	1,000
2.F.4. Aerosoles	HFC	0,00	155,18	0,00	0,00	1,000
5.B.2. Tierra convertida en tierras de cultivo	CO ₂	-3,13	-3,13	0,00	0,00	1,000
4.B.4. Cabras	CH ₄	3,06	2,50	0,00	0,00	1,000
1.A.2.f. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	CH ₄	2,63	5,38	0,00	0,00	1,000
1.A.2.f. Minerales no metálicos	N ₂ O	2,57	4,11	0,00	0,00	1,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	N ₂ O	2,17	1,36	0,00	0,00	1,000
5.C.1. Pastizales que permanecen como tales	N ₂ O	2,08	4,72	0,00	0,00	1,000
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,00	95,77	0,00	0,00	1,000
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	N ₂ O	2,10	1,21	0,00	0,00	1,000
1.B.2.a. Petróleo	CO ₂	2,00	0,51	0,00	0,00	1,000
1.A.3.d. Navegación nacional	CH ₄	1,72	0,84	0,00	0,00	1,000
1.A.4.c. Agricultura / silvicultura / Pesca	N ₂ O	1,58	2,20	0,00	0,00	1,000
1.A.2.a. Hierro y acero	CH ₄	1,57	0,84	0,00	0,00	1,000
1.A.2.f. Minerales no metálicos	CH ₄	1,15	1,85	0,00	0,00	1,000
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	CH ₄	0,98	0,55	0,00	0,00	1,000
1.A.1.b. Refinación del petróleo	CH ₄	0,97	0,70	0,00	0,00	1,000
2.B.5.b. Etileno	CO ₂	0,75	0,66	0,00	0,00	1,000
2.F.3. Extintores de incendios	HFC	0,00	30,35	0,00	0,00	1,000
2.C.5.a. Producción de plomo	CO ₂	0,58	0,36	0,00	0,00	1,000
1.B.2.b. Gas natural	CO ₂	0,55	0,81	0,00	0,00	1,000
4.B.7. Mulas y asnos	CH ₄	0,34	0,48	0,00	0,00	1,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	N ₂ O	0,13	0,42	0,00	0,00	1,000
2.F.3. Extintores de incendios	PFC	0,00	6,14	0,00	0,00	1,000
2.C.2. Ferroaleaciones	CH ₄	0,11	0,00	0,00	0,00	1,000
2.B.5.b. Etileno	CH ₄	0,09	0,08	0,00	0,00	1,000
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energéticas	CH ₄	0,08	0,20	0,00	0,00	1,000
1.A.3.a. Aviación nacional	CH ₄	0,08	0,11	0,00	0,00	1,000
6.C.C. Incineración de residuos	CO ₂	0,07	0,28	0,00	0,00	1,000
1.A.3.c. Ferrocarriles	CH ₄	0,07	0,16	0,00	0,00	1,000
1.A.2.c. Productos químicos	N ₂ O	0,00	0,50	0,00	0,00	1,000
1.B.2.c. Venteo y quema en antorcha	CO ₂	0,01	0,01	0,00	0,00	1,000
1.A.2.c. Productos químicos	CH ₄	0,00	0,34	0,00	0,00	1,000
6.C.C. Incineración de residuos	N ₂ O	0,00	0,01	0,00	0,00	1,000
5.E.2. Tierra convertida en asentamiento	CO ₂	-0,13	-0,13	0,00	0,00	1,000
TOTAL		-924,98	41.698,50	38,03	1,00	

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

Anexo 4. Análisis de incertidumbre

Según las GL2006 del IPCC, la incertidumbre del INGEI se basa en la incertidumbre de las emisiones que la componen, producto a su vez de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión asociados.

El método aplicado para la estimación de incertidumbre fue el Método 1, que se basa en la ecuación de propagación del error. Para la utilización de este método se consideró que no existen correlaciones, o bien estas no son importantes para efectos de cálculo.

El análisis del Método 1 estima las incertidumbres mediante la ecuación de propagación del error en dos pasos. Primero se combina la incertidumbre del factor de emisión, los datos de actividad y otros rangos de parámetros de estimación por categoría y GEI. Luego se adicionan las incertidumbres, para llegar a una incertidumbre general de las emisiones y absorciones nacionales, y la tendencia de las emisiones nacionales entre el año base y el año actual.

Para la combinación de las incertidumbres asociadas por multiplicación, la desviación estándar combinada es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se multiplican, con las desviaciones estándar expresadas como coeficientes de variación, que son las relaciones de las desviaciones estándar con los valores medios adecuados. Esto queda expresado por la ecuación siguiente, expresada en términos porcentuales:

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Donde:

- U = el porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades
- U_i = el porcentaje de incertidumbre asociado con la cantidad i

Esta fórmula es muy importante para la estimación de la incertidumbre de las emisiones, que es la multiplicación de los datos de actividad por los factores de emisión correspondientes.

Para la estimación de la incertidumbre de valores asociados por adición, la desviación estándar de la suma es calculada mediante la fórmula siguiente:

$$U = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \dots + (U_n * x_n)^2}}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}$$

Donde:

- U = el porcentaje de incertidumbre de la suma de las cantidades
- X_i, U_i = el valor incierto y el porcentaje de incertidumbre asociado, respectivamente

El INGEI es, principalmente, la suma de los productos de los factores de emisión, los datos de la actividad y otros parámetros de estimación. Por lo tanto, es posible usar en forma repetida fórmulas anteriores para estimar la incertidumbre del inventario total.

Por otra parte, se estiman las incertidumbres de la tendencia por medio de dos sensibilidades:

- Sensibilidad del tipo A: el cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año actual, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1 por ciento de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas en el año de base y en el año actual.
- Sensibilidad del tipo B: el cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año actual, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1 por ciento de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas solamente en el año actual.

Las sensibilidades de tipo A y B son simplemente variables intermedias que simplifican el procedimiento de cálculo. Los resultados del análisis no se limitan a un cambio de uno por ciento únicamente, sino que dependen del rango de incertidumbre de cada categoría. Conceptualmente, la sensibilidad de tipo A surge de las incertidumbres que afectan igualmente a las emisiones o absorciones del año de base y del año actual, y la sensibilidad de tipo B surge de las incertidumbres que afectan únicamente a las emisiones o absorciones del año actual. Las incertidumbres que están totalmente correlacionadas entre los años se asocian con las sensibilidades de tipo A, y las incertidumbres no correlacionadas entre los años se asocian con las sensibilidades de tipo B. Las incertidumbres del factor de emisión (y otros parámetros de estimación) tienden a tener sensibilidades del tipo A, y las incertidumbres de los datos de la actividad tienden a tenerlas del tipo B. Sin embargo, esta asociación no siempre se sostiene y es posible aplicar las sensibilidades del tipo A a los datos de la actividad, y las del tipo B a los factores de emisión, para reflejar las circunstancias nacionales particulares. Las sensibilidades de tipo A y B son simplificaciones incluidas para el análisis aproximado de la correlación.

Una vez calculadas las incertidumbres incluidas en el inventario nacional por sensibilidades de tipo A y B, se las puede sumar por medio de la ecuación de propagación del error para obtener la incertidumbre general de la tendencia.

La estimación de la incertidumbre mediante el Método 1 tiene, por lo tanto dos objetivos: estimar la contribución a la varianza total del inventario de cada categoría y estimar la incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales.

La desagregación de las categorías fue diferente para cada sector. En el caso de Energía la incertidumbre no solo se diferenció por tipo de gas sino que también por tipo de combustible, llegando además a un quinto nivel de subcategoría, bajo la denominación de las GL2006 (p.e. 1.A.1.a.i - Electricity Generation - Gaseous Fuels). En el caso del sector IPPU, la desagregación alcanzó hasta un cuarto nivel de subcategoría (p.e. 2.F.1.a - Refrigeration and Stationary Air Conditioning), diferenciando por tipo de gas. Para AFOLU, la desagregación llegó en general a un cuarto nivel (p.e. 3.B.2.b - Land Converted to Cropland) salvo para las subcategorías 3.B.1.a.ii - Transition lands, 3.B.1.a.vi - Substitución y 3.B.1.a.vii - Restitución. En este sector también se diferenció la incertidumbre por tipo de gas. Para el sector Residuos se logró un tercer nivel de subcategoría (p.e. 4.D.1 - Domestic Wastewater Treatment and Discharge), diferenciando por tipo de gas. Cabe destacar que las incertezas de los sectores Energía e IPPU fueron obtenidas directamente del software del IPCC, mientras que las incertidumbres de los sectores AFOLU y Residuos fueron calculadas en planillas de trabajo, siguiendo las fórmulas antes mencionadas y las recomendaciones de las GL2006 para cada categoría.

Es importante mencionar que dado el nivel de desagregación utilizado en el cálculo de la incertidumbre del INGEI es que no fue posible utilizar estos valores, específicamente los de la incertidumbre combinada de las emisiones de las categorías, para la aplicación de un Método 2 de identificación de categorías principales. Por esta razón es que se manifiesta la intención de mejorar la calidad de la estimación de incertidumbre, tanto en lo que respecta a la desagregación de los datos, como en el cumplimiento de los supuestos necesarios para la estimación de incertidumbre de acuerdo al Método 1 de propagación del error.

Para mayor detalle de su cálculo y resultados, ver anexo digital: *Anexo4_Incertidumbre*

Anexo 5. Emisiones de gases de efecto invernadero

En consistencia con los INGEI presentados por el país en su 1CN (CONAMA, 2000) y 2CN (MMA, 2011). A continuación se muestran las emisiones y absorciones de GEI para los años 1994 y 2000.

Para mayor detalle sobre las emisiones y absorciones de GEI de la serie 1990-2010, ver anexo digital: *Anexo5_GEI*

INGEI de Chile: emisiones antropógenas por las fuentes y absorción antropógena por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI. Año 1994

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO ₂ (Gg)	Absorción de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	NMVOcs (Gg)	SO ₂ (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	89.936,2	-101.594,1	518,0	21,2	1.061,1	150,8	116,9	250,9
1. Energía	34.950,7	NO	96,9	1,3	729,3	144,6	116,9	250,9
A. Quema de combustible (Método sectorial)	34.948,8		33,5	1,3	701,0	141,7	109,6	250,9
1. Industria de la energía	8.878,8		0,4	0,1	11,2	25,2	0,2	102,5
2. Industrias manufactureras y de la construcción	9.220,1		1,3	0,2	70,8	15,3	4,9	113,8
3. Transporte	12.311,0		3,1	0,6	176,3	82,9	22,1	17,2
4. Otros sectores	4.538,9		28,6	0,4	442,7	18,3	82,4	17,5
5. Otros (no especificados)	NO, C		NO, C	NO, C	NO, C	NO, C	NO, C	NO, C
B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,9		63,5		28,3	3,0	7,3	NO
1. Combustibles sólidos			9,5		NO	NO	3,3	NO
2. Petróleo y gas natural	1,9		53,9		28,3	3,0	4,0	NO
2. Procesos industriales	3.845,3	NO	2,0	0,7	NE	NE	NE	NE
A. Productos minerales	1.550,4				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	586,4		2,0	0,7	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.708,5		0,0	NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NE				NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Utilización de disolventes y otros productos	93,4			NO			NE	
4. Agricultura			289,2	18,0	90,3	2,5	NE,NO,NA	NO
A. Fermentación entérica			223,1					
B. Manejo del estiércol			57,3	0,6			NE	
C. Cultivo del arroz			6,1				NE	
D. Suelos agrícolas			NE	17,3			NE	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			2,7	0,1	90,3	2,5	NE	
G. Otros			NA	NA	NA	NA	NA	
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	51.046,7	-101.594,1	15,8	0,5	241,5	3,7	NE,NA	NE,NA
A. Tierras forestales	49.115,9	-101.569,3	15,1	0,4	231,2	3,6	NE	NE
B. Tierras de cultivo	375,8	-3,1	NA	IE,NA	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.247,0	-21,5	0,7	0,0	10,3	0,2	NE	NE
D. Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	186,7	-0,1	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	121,3	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Residuos	0,1		114,1	0,7	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA
A. Disposición de residuos sólidos			100,7		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			13,1	0,7	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	0,1		NO	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			0,4	0,0	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Partidas informativas								
Búnker internacional	1.715,4		0,1	0,0	2,9	27,4	1,1	31,7
Aviación internacional	655,7		0,0	0,0	0,5	1,4	0,2	1,2
Navegación internacional	1.059,8		0,1	0,0	2,4	26,0	0,9	30,5
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	14.271,3							

NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF₆. Año 1994

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)						PFC's (Gg)	SF ₆ (Gg)	
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa		CF ₄
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE, NO
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE, NO
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales								NO	NO
D. Otra producción	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE, NO
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Partidas informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO ₂ de la biomasa									

NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

INGEI de Chile: emisiones antropógenas por las fuentes y absorción antropógena por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI. Año 2000

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Emisiones de CO ₂ (Gg)	Absorción de CO ₂ (Gg)	CH ₄ (Gg)	N ₂ O (Gg)	CO (Gg)	NOx (Gg)	NMVOcs (Gg)	SO ₂ (Gg)
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	112.750,1	-112.879,9	556,9	24,3	1.100,0	206,8	153,3	244,2
1. Energía	49.653,5	NO	102,1	1,8	978,2	204,0	153,3	244,2
A. Quema de combustible (Método sectorial)	49.651,8		40,5	1,8	946,2	200,6	147,4	244,2
1. Industria de la energía	16.077,7		0,6	0,2	22,6	44,3	0,4	103,2
2. Industrias manufactureras y de la construcción	11.937,6		1,9	0,3	103,9	22,5	7,8	101,8
3. Transporte	16.959,4		4,0	0,8	225,2	111,1	28,7	25,2
4. Otros sectores	4.677,1		33,9	0,5	594,6	22,7	110,5	14,1
5. Otros (no especificados)	NO, C		NO, C	NO, C	NO, C	NO, C	NO, C	NO, C
B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,7		61,6		32,0	3,5	5,9	NO
1. Combustibles sólidos			3,5		NO	NO	0,8	NO
2. Petróleo y gas natural	1,7		58,1		32,0	3,5	5,1	NO
2. Procesos industriales	5.583,9	NO	6,7	2,2	NE	NE	NE	NE
A. Productos minerales	1.739,9				NE	NE	NE	NE
B. Industria química	1.952,1		6,7	2,2	NE	NE	NE	NE
C. Producción de metales	1.892,0		NO, IE	NO	NE	NE	NE	NE
D. Otra producción	NE				NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre								
G. Otros	NA		NA	NA	NA	NA	NA	NA
3. Utilización de disolventes y otros productos	118,0			NO			NE	
4. Agricultura			308,0	19,4	80,8	2,2	NE,NO,NA	NO
A. Fermentación entérica			236,0					
B. Manejo del estiércol			64,5	0,8			NE	
C. Cultivo del arroz			5,2				NE	
D. Suelos agrícolas			NE	18,6			NE	
E. Quema prescrita de sabanas			NO	NO	NO	NO	NO	
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas			2,4	0,1	80,8	2,2	NE	
G. Otros			NA	NA	NA	NA	NA	
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura	57.394,5	-112.879,9	2,7	0,1	41,0	0,6	NE,NA	NE,NA
A. Tierras forestales	55.340,0	-112.855,1	2,5	0,1	38,4	0,6	NE	NE
B. Tierras de cultivo	499,8	-3,1	NA	IE,NA	0,0	0,0	NE	NE
C. Pastizales	1.247,0	-21,5	0,2	0,0	2,6	0,0	NE	NE
D. Humedales	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Asentamientos	186,5	-0,1	NO	NO	NE	NE	NE	NE
F. Otras tierras	121,2	NO	NO	NO	NE	NE	NE	NE
G. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
6. Residuos	0,1		137,3	0,8	NE,NA	NE,NA	NE,NA	NE,NA
A. Disposición de residuos sólidos			122,1		NE		NE	
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales			14,8	0,8	NE	NE	NE	
C. Incineración de residuos	0,1		NO	0,0	NE	NE	NE	NE
D. Otros			0,4	0,0	NE	NE	NE	NE
7. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Partidas informativas								
Búnker internacional	3.082,1		0,2	0,1	5,4	52,2	2,1	57,7
Aviación internacional	1.046,5		0,0	0,0	0,8	2,3	0,4	0,2
Navegación internacional	2.035,6		0,2	0,1	4,7	49,9	1,7	57,5
Emisiones de CO ₂ de la biomasa	18.952,3							

NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.
Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.

INGEI de Chile: emisiones antropógenas de HFC, PFC y SF₆. Año 2000

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC's (Gg)						PFC's (Gg)	SF ₆ (Gg)	
	HFC-32	HFC-125	HFC-134a	HFC-152a	HFC-143a	HFC-227ea	HFC-236fa		CF ₄
Total de las emisiones y las absorciones nacionales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE, NO
1. Energía									
A. Quema de combustible (Método sectorial)									
1. Industria de la energía									
2. Industrias manufactureras y de la construcción									
3. Transporte									
4. Otros sectores									
5. Otros (no especificados)									
B. Emisiones fugitivas de combustibles									
1. Combustibles sólidos									
2. Petróleo y gas natural									
2. Procesos industriales	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE, NO
A. Productos minerales									
B. Industria química									
C. Producción de metales								NO	NO
D. Otra producción	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
E. Producción de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
F. Consumo de halocarburos y hexafluoruro de azufre	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NE, NO
G. Otros									
3. Utilización de disolventes y otros productos									
4. Agricultura									
A. Fermentación entérica									
B. Manejo del estiércol									
C. Cultivo del arroz									
D. Suelos agrícolas									
E. Quema prescrita de sabanas									
F. Quema en el campo de los residuos agrícolas									
G. Otros									
5. Uso de la tierra, cambio del uso de la tierra y silvicultura									
A. Tierras forestales									
B. Tierras de cultivo									
C. Pastizales									
D. Humedales									
E. Asentamientos									
F. Otras tierras									
G. Otros									
6. Residuos									
A. Disposición de residuos sólidos									
B. Tratamiento y descarga de aguas residuales									
C. Incineración de residuos									
D. Otros									
7. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Partidas informativas									
Búnker internacional									
Aviación internacional									
Navegación internacional									
Emisiones de CO ₂ de la biomasa									

NA = No aplica; NE = No estimado; NO = No ocurre; C = Confidencial.

Fuente: Elaboración propia del SNICHILE.